M I N I S T E R E D E L ' A G R I C U L T U R E

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
STATION CENTRALE DE PATHOLOGIE VEGETALE

ETUDES DE VIROLOGIE APPLIQUEE

CORNUET P.	La microscopie électronique pour l'étude du virus des plantes.
DEVERGNE J.C.	Observations de quelques symptômes de maladies à virus sur le Haricot.
	La Fève, plante hôte pour les virus des légumineuses.
MARROU J.	Inoculation mécanique du virus de la mosaïque de la laitue.
	Etude de la dissémination de la mosaïque de la laitue en culture grainière.
	Etude du pourcentage de transmission du virus de la mosaïque de la laitue par les graines.
	Recherche d'espèces ou de variétés hypersensibles au virus de la mosaïque de la laitue.
	Transmission de la mosaïque de la laitue par le puceron vert du pêcher.
SPIRE D.	Etude de la mosaïque du concombre
	Etude des différentes souches du virus I du concombre.

N°1, Versailles, le 1er Mars 1960.

LA MICROSCOPIE ELECTRONIQUE POUR L'ETUDE DES VIRUS DE PLANTES

par P. C O R N U E T

(Résumés de la communication faite le 18.I2.59 au colloque général de la Société Française de Microscopie Electronique)

En France et dans les pays européens, les végétaux cultivés sont affectés par plus d'une centaine de virus différents. La plupart d'entre eux ne sont connus que par leur seule propriété biologique.

Du point de vue Agronomique, tous ces virus nécessitent des méthodes de diagnostic précises pour permettre d'effectuer une sélection sanitaire. La mise au point de ces méthodes, sérologiques, biochimiques ou physiques, revient en définitive à savoir obtenir à partir d'une plante infectée une suspension riche en éléments infectieux. C'est dans ce but que le microscope électronique est utilisé avec le maximum d'efficacité.

I - Identification de particules en relation avec un état pathologique.

L'époque ou Markham et Smith isolaient le virus de la jaunisse du navet et trouvaient des cristaux au sein même de l'hôte est malheureusement révolu. Les virus atteignant une forte concentration dans la plante sont presque tous connus; il ne reste que les virus difficiles à extraire, difficiles à purifier, difficiles à voir, mais qui souvent impliquent une étude urgente en raison de leur pathogénicité;
On peut ainsi les classer en 4 groupes :

a) Les virus qui infectent des plantes ayant une teneur élevée en produits dénaturants des protéines tels que phénols, tanins etc. On peut citer en exemple tous les virus de la famille des Rosacées.

b) Les virus qui se trouvent vraisemblablement localisés dans un tissu de la plante. Il semble ainsi que le virus de l'Enroulement de la pomme de terre soit confiné au liber.

c) Les virus qui n'atteignent qu'une très faible concentration dans la plante et qui lors de l'extraction se trouvent entrainés par adsorption sur des éléments cellulaires insolubles. Les virus de la maladie bronzée de la tomate ou de la mosaïque de la laitue nous en fournissent des exemples.

d) Enfin les virus dont la forme et les dimensions les rendent difficilement séparables des protéines normales tel le petit virus de la mosaïque de la luzerne dont les particules se présentent sous la forme de sphères de 16 mμ de diamètre.

Ce sont donc des artifices d'extraction ou de purification qui doivent permettre de réduire peu à peu le nombre de ces virus "difficiles". La microscopie électronique guide les étapes de la mise au point

de ces techniques. Grâce à ces études il a été possible à plusieurs chercheurs de l'I.N.R.A. d'isoler et de déterminer les propriétés d'un certain nombre de virus dont pour le moins on ne connaissait ni l'aspect morphologiques ni les propriétés sérologiques.

Ce sont :

- Le virus de la mosaïque du Dahlia qui se présente sous forme de particules parasphériques de 25 mμ de diamètre.
- Une pseudo souche du virus de la mosaïque de la luzerne ou virus du céleri se présentant en particules parasphériques de 16 à 17 mμ de diamètre.
- Le virus M de la pomme de terre, batonnet dont les dimensions moyennes sont de 650 mμ sur 12 mμ .
- Le virus de la mosaïque du trèfle blanc qui détermine une grave maladie sur de nombreuses légumineuses potagères, c'est un batonnet de 550 mμ sur 11 mμ .
- Un virus de la fève et autres légumineuses qui se présente encore sous forme de batonnets (350 mμ x 12 mμ)
- Un virus des trèfles violets commun sur de nombreuses légumineuses et se présentant sous forme de batonnets de 350 mμ x 12 mμ .
- Le virus de la striure du poireau (probablement virus de la bigarrure de l'oignon), particules en batonnet.
- Le virus 1 des fraisiers qui correspond à une particule filamenteuse de l'ordre de 400 mμ de long sur 10 à 12 mμ

Dans le même ordre d'idée, la Microscopie électronique permet d'améliorer les méthodes de concentration et de purification des virus dont la morphologie est déjà connue. De telles recherches ont été appliquées aux virus 1 et 2 du haricot, au virus de la mosaïque de la Laitue, au virus 1 du Concombre, au virus du Spotted wilt de la tomate, aux virus des Orchidées.

2 - Recherche sur la localisation des virus.

Pour démontrer l'absence de virus dans les méristèmes, nous n'avons pas eu besoin de microscope électronique, et certes les méthodes biologiques sont souvent plus intéressantes, car elles donnent une idée du pouvoir infectieux. Cependant, dans le cas précis de l'étude de la transmission du virus par la graine entreprise depuis peu, on peut espére que la micromanipulation associée à l'observation du microscope électronique permettra de fructueuses observations.

Enfin le microscope électroniques est encore l'outil précieux, très utilisé dans les études de multiplication du virus.

En particulier la phase d'implantation, entre l'adsorption et l'autoduplication est à l'étude comme dans de nombreux autres laboratoire de virologie. Pour ces recherches, on peut considérer que dans le cas d'un virus aussi typique que celui de la mosaïque du Tabac, l'observation en M.E. des jus brut permet un diagnostic beaucoup plus

précis que la méthode de précipitation sérologique. La sensibilité est au moins égale et souvent meilleure que celle de la méthode de fixation du complément et la réalisation bien plus aisée.

Ces travaux ne nécessitent donc pas des études de structures fines par haute résolution, mais seulement une qualité normale des images qui permette de ne pas faire d'erreur et d'observer les structures courantes. Au cours d'un isolement chimique d'une purification de virus nous utilisons le M.E. pour contrôler et guider chacun des stades; il nous faut donc des techniques rapides qui apportent une réponse moins de deux heures après la prise d'échantillon. Cet impératif entre en jeu dans le choix des méthodes.

3 - Méthodes utilisées pour la préparation des échantillons .

La dispersion électronique est renforcée par l'une des trois méthodes suivantes :

a) Ombrage classique.

Après dépôt sur pellicule de carbone obtenu par évaporation verticale sur lamelle de verre et détachée sur une surface d'eau, on pratique l'ombrage au Palladium sous un angle de 20° à 30°.

Le Palladium présente l'inconvénient de granuler; d'autre part, la préoision dans la détermination de la hauteur des particules est faible. Le contraste de l'image est très bon. La préparation est obtenue en une heure et demi.

b) La coloration négative à l'acide phosphotungstiques.

Cette nouvelle méthode décrite par Brenner et Horne consiste à observer des microgouttes d'un mélange d'acide phosphotungstique neutralisé et de la suspension à étudier. Les particules perméables aux électrons se détachent en blanc sur le fond opaque constitué par l'A.P.T. Cette technique est extrêmement intéressante elle permet :

1°/ Une clarification de l'image donnée par des préparations complexes, seul les éléments perméables aux électrons sont visibles, l'observation du jus brut est grandement facilitée.

2°/ Les mensurations peuvent être effectuées beaucoup plus simplement surtout en ce qui concerne la largeur des particules.

3°/ On peut ajuster le pH. de l'A.P.T. exactement au jus étudié, les déformations sont donc théoriquement faibles.

4°/ On peut combiner sans manipulation supplémentaire la déshydratation par hyophilisation et donc diminuer encore les déformations.

5°/ La méthode permet d'avoir un aperçu de la concentration en particules.

6°/ Grande facilité de lecture, en cas de faible concentration on repère facilement les particules sur le bord des gouttes.

7°/ Très grande rapidité; un quart d'heure après la prise d'échantillon l'observation est possible.

c) L'empreinte oblique de carbone.

La technique de Bradley est enfin utilisée avec profit dans certain cas. La suspension étalée sur lamelle de verre est soumise à l'évaporation oblique de carbone; après détachement de la pellicule on dissout l'échantillon par la soude il n'en reste donc que l'empreinte. La dispersion électronique est uniquement due dans ce cas à l'épaisseur variable d'une seule pellicule de carbone; La résolution peut donc être particulièrement bonne. Les répliques présentent cependant un certain empatement mais c'est une des seules techniques valables pour l'observation des surfaces cristallines d'origine virale.

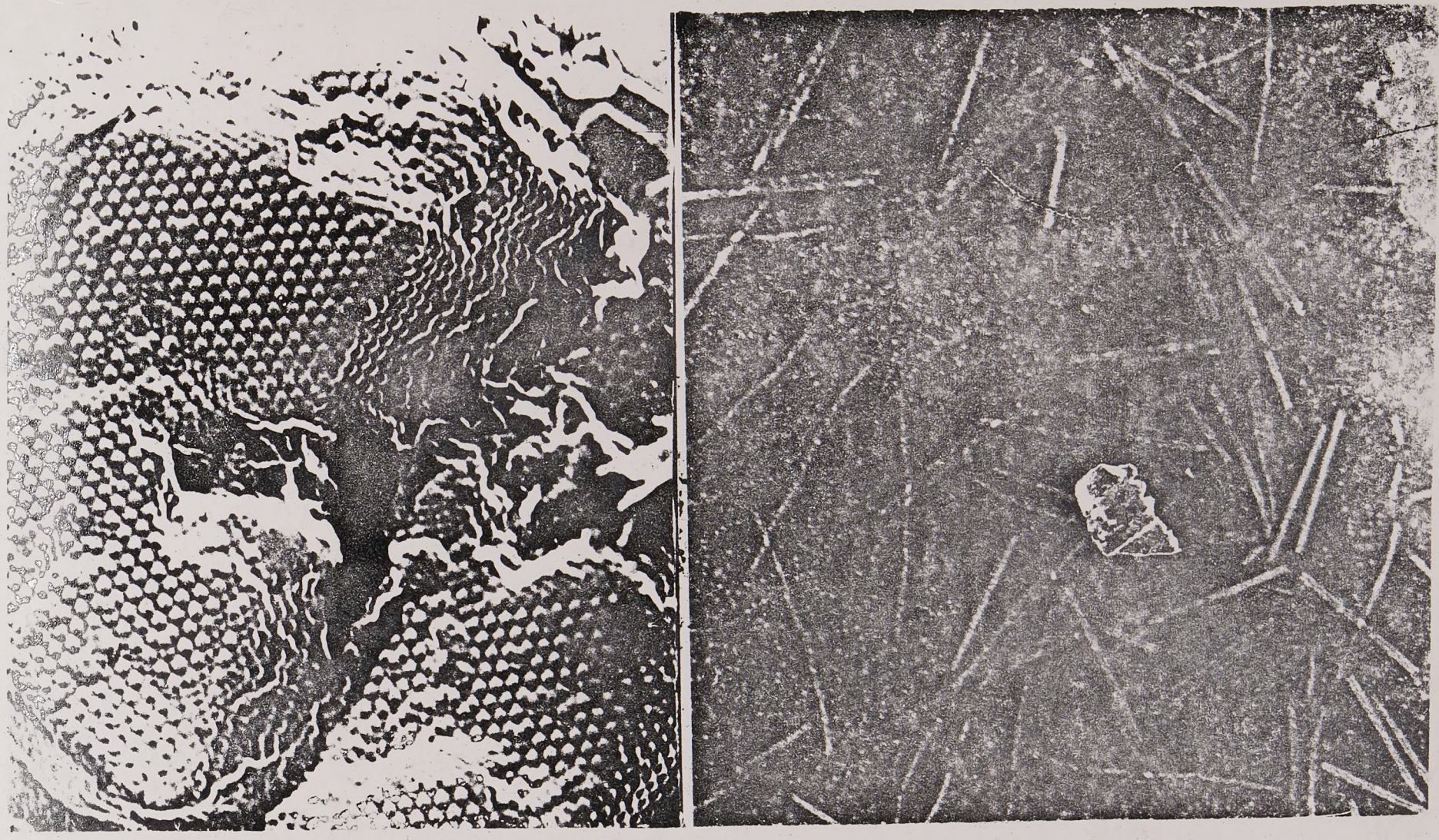
Légendes de la planche. -

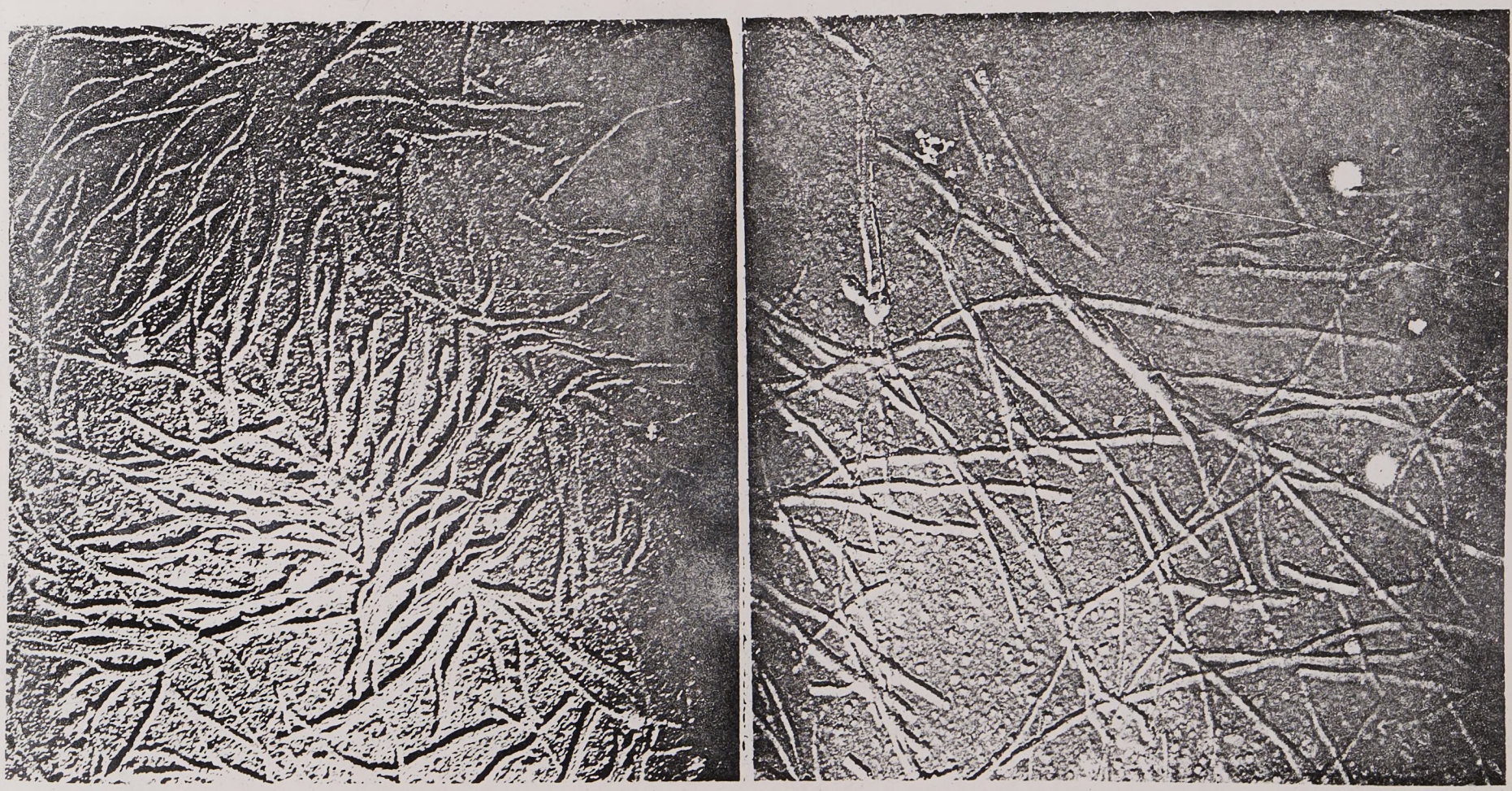
1 - En haut à gauche : empreinte oblique de carbone d'un cristal du virus de la mosaïque jaune du navet particules de 20 mμ de diamètre. Préparation Cornuet, Spire, Devergne.

2 - En haut à droite : coloration négative à l'acide phosphotungstique virus de la mosaïque du tabac (particules rigides de 15 mμ x 280 mμ.) et virus 1 du fraisier (particules filamenteuses). Préparation Cornuet, Morand.

3 - En bas à gauche : Ombrage au Palladium, virus des trèfles violets et autres légumineuses
(particules de 350 mμ x 12 mμ.) Préparation Devergne.

4 - En bas à droite : empreinte oblique de carbone, virus de la mosaïque jaune du haricot (particules de 760 mμ x 15 mμ.) Préparation Devergne.





OBSERVATIONS DE QUELQUES SYMPTOMES DE MALADIES A VIRUS SUR LE HARICOT

par J. C. DEVERGNE

Les maladies à virus sur haricot sont connues depuis longtemps en France et les observations repetées, en champ, ont montré que les symptômes qui se manifestent couramment sur nos variétés cultivées sont occasionnés par l'existence chez nous, de souches pathogènes comparables à cellesdéjà décrites à l'étranger, notamment celles appartenant au groupe des virus de la mosaïque commune (virus 1) et au groupe des virus de la mosaïque jaune (virus 2)

Lorsque l'année est particulièrement chaude comme le fut celle-ci et par là favorable au développement et à la pullulation des pucerons vecteurs, les symptomes imputables à ces virus deviennent très spectaculaires et nous incitent à prendre davantage conscience de l'importance du problème que pose la présence des virus dans ces cultures.

Dans la lutte contre les virus de la mosaïque commune, nous disposons déjà de plusieurs variétés dites "résistantes" chez lesquelles le virus ne provoque pas les symptomes habituels de mosaïque déformante sur feuille et ne se généralise dans la plante que sous certaines conditions optima de température (32° C); il se développe alors un "black root". Par ailleurs, l'agent responsable peut se transmettre par la graine et il est permis de penser que l'on puisse par la suite, envisager un système de culture protégée, à partir de semences reconnues saines. Le fait que, pratiquement le haricot reste le seul hote important pour ce virus (selon certains auteurs, il faut y ajouter la fève) rend la chose plus aisée.

En ce qui concerne le virus de la mosaïque jaune, au contraire, les contaminations proviennent sans aucun doute de foyers largement répandus dans la nature, beaucoup de plantes sauvages ou subs-pontanées pouvant héberger les virus, et il parait plus difficile de réaliser des cultures à l'abri des ~~efforts~~ aphides infectieux provenant du voisinage.

Quoiqu'il en soit, la reconnaissance sur le terrain des symptômes révélant la présence des virus et, si possible, une identification première nécessairement grossière mais utile de ceux-ci, sont d'une grande importance pour la réalisation ultérieure des modalités de lutte possible. Il faut ajouter que, dans le champ, la diagnose reste toujours très délicate outre l'existence de complexes de plusieurs virus, les symptômes propres à chaque souche peuvent interférer; la même manifestation ou deux types de manifestations très proches et difficilement distinctes, peuvent indiquer la présence de virus très différents (1 et 2 par exemple). On sait d'autre part que la réponse des différentes variétés de haricots est variable avec la même souche.

C'est donc, tout d'abord, dans le but de préciser les symptômes occasionnés, sur quelques unes de nos variétés les plus cultivées, par des

souches pures, isolées et donc identifiables, et d'établir ainsi des fiches pouvant par la suite, servir de références, que nous avons envisagé un certain nombre de tests par inoculation mécanique sur les haricots "Gloire de Deuil" "Valentine Noire" "Roi des Belges" "Supermetis" "Conserva", en ce qui concerne les variétés sensibles au virus 1, et "Michelet", "Coco nain précoce" et Supervert" pour les variétés dites à "black-root".

A) - Types symptomatologiques sur haricot "Gloire de Deuil" variété sensible au virus de la mosaïque commune.

I - Virus de la mosaïque commune (virus 1 du haricot)

Le virus de la mosaïque commune est probablement le mieux connu sur haricot; ceci tient, d'une part, aux déformations très spectaculaires qu'il peut occasionner au feuillage et qui, dans ce cas, rendent particulièrement facile, sa détection dans les champs; d'autre part, au fait très particulier qu'il peut se transmettre par la semence; enfin, nous avons déjà noté que nous possédions, vis-à-vis de ce virus, quelques variétés dites résistantes.

Sur haricot "Gloire de Deuil", le virus donne cependant plusieurs types de symptômes; ces différences dans la réaction de la plante, peuvent être dûes au fait, que nous avons utilisé des extraits infectieux de deux origines: l'un, provient de haricot "Princesse Naine de Hollande", contaminé par la graine, l'autre de haricot "Imuna" récolté en champs. Il est donc possible que nous ayons eu affaire à deux souches d'inégale virulence. Pour le moment, ceci reste une symple hypothèse. Par ailleurs, l'extériorisation de la maladie est, on le sait, variable dans le temps, et les manifestations du virus différent suivant qu'il s'agit d'une infection récente ou d'une contamination déjà ancienne

Nous retiendrons, pour cette variété, trois types de symptômes :

a) - le type "cloqué" (légumineuses : planche I fig. A)

Ce symptôme est le plus caractéristique du virus 1 du haricot; c'est également le plus apparent et le mieux connu; on le retrouve notamment sur les haricots "Princesse naine de Hollande", "Supermetis", "Conserva" .

Les folioles sont très déformées: elles prennent un aspect en cuillère, avec enroulement marginal vers la face interne et rétrécissement de la base et du sommet, celui-ci se présentant en pointe effilée.

Le limbe est fortement mosaïqué avec alternance de zones vert clair et de zones vert foncé, les plages les plus sombres correspondent aux régions les plus boursouflées : cloques plus ou moins grosses irrégulièrement reparties et nombreuses boursouflures en ligne continue le long de la nervure médiane.

Les feuilles considérablement gênées dans leur développement restent petites et la plante est rabougrie.

b) le type "éclaircissement des nervures" (Légumineuses planche I fig.B)

Les auteurs anglo-saxons parlent de "vein clearing".

Le symptôme est beaucoup plus discret que le précédent; il apparait souvent en début d'infection; il était très net dans le cas de l'extrait infectieux provenant de haricot "Imuna".
Le limbe de la foliole reste plan, de grandeur normale mais le réseau nervien dans son ensemble se détache en clair sur le fond plus sombre de la feuille.

Comme tout symptôme viral léger, le "vein clearing" est plus facilement observable la feuille étant placée à l'ombre.

c) le type mosaïque des nervures" (Légumineuses planche I fig. C)

Le symptome est également connu sous le nom de "vein barding", il se traduit en effet par l'apparition de bandes vert sombre de chaque côté des nervures principale et secondaires.
Le "vein barding" accompagne fréquemment l'éclaircissement des nervures qui l'a précédé; il n'affecte pas obligatoirement tout le réseau nervien et apparait en segments vert foncé plus ou moins longs et confluents.
Le limbe reste plan, ou amorce un léger enroulement; tous les intermédiaires entre la mosaïque plane et l'aspect déformant avec cloques, peuvent se rencontrer -
L'extrait en provenance d'"Imuna ne nous a cependant jamais donné de déformations graves.

Le symptôme de "vein barding" seul, est fréquemment observé chez les haricots "Roi des Belges" et "Valentine noire", ainsi que chez la variété américaine "Great Northern"qui montre de plus des folioles très enroulées.

Pratiquement, il est intéressant , pour la détection du virus, de rappeler que les symptômes de mosaïque déformante ne sont pas obligatoires chez la plante atteinte du virus I et que des manifestations moins apparentes telles que celles que nous venons de décrire, sont quelquefois les seuls indices de la présence du pathogène.

II - Virus de la mosaïque jaune (Virus 2 du haricot)

La grande diversité des symptômes sur haricot du virus de la mosaïque jaune est certainement dûe, pour une large part, au grand nombre de souches de ce virus, que nous pouvons rencontrer.
La littérature étrangère abonde en effet en descriptions de virus différant essentiellement par leur spectre d'hotes et leurs manifestations sur diverses variétés de haricots. Il règne en réalité une assez grande confusion en ce domaine.

Le terme de "mosaïque jaune" fait penser, avant toute chose, au type classique de la mosaïque plane, avec tâches irrégulières vert et jaune vif, très reconnaissable et que nous retrouvons en effet sur certaines

variétés (Michelet, notamment). Il nous semble cependant intéressant d'envisager ici quelques autres manifestations un peu particulières que nous avons pu observer sur la variété "Gloire de Deuil."

a) le type éclaircissement des nervures (Légumineuses planche II fig. A)

C'est un type de symptôme excessivement discret que l'on observe surtout en début d'infection; il s'agit comme pour le virus de la mosaïque commune, d'un "vein clearing" cependant beaucoup moins prononcé et surtout localisé en petites plages de faible étendue, auprès des nervures secondaires.

Par la suite, ces plages peuvent devenir entièrement vert clair de sorte que le feuillage présente alors une mosaïque très diffuse; les symptômes déjà légers, arrivent dans certains cas à se masquer complètement, la plante semble alors saine.

De tels symptômes ont été obtenus dans nos essais à partir d'une souche provenant de trèfle violet mosaïqué. Les variétés "Roi des Belges" et "Supervert" réagissaient à l'inoculation de la même façon que le haricot "Gloire de deuil". Par contre, le haricot "Michelet" extériorisait une mosaïque beaucoup plus forte et plus typique.

Etant donné l'importance de la réserve en virus que pourrait constituer le trèfle violet et les symptômes très légers sur certains haricots infectés, il semble intéressant d'observer dans quelle mesure le virus se rencontre dans les cultures où il peut passer inaperçu, alors qu'il provoque des effets assez graves sur d'autres variétés.

b) le type "mosaïque en anneaux (Légumineuses planche II fig. B)

Des extraits infectieux provenant de haricots mosaïqués, variété "Prélude" et variété "Superviolet" (cette dernière étant du groupe des haricots résistants au virus 1) ont été inoculés à la variété "Gloire de Deuil). Les premières manifestations de l'infection ont été très caractéristiques le feuillage après s'être normalement développé s'est couvert de petites tâches jaune clair, de contour assez irrégulier, plus foncé à leur centre resté vert; l'aspect général était celui d'une multitude de tâches annulaires disséminées sur tout le limbe de la foliole.

Par la suite, la plante tend à devenir chlorotique, et les nouvelles feuilles formées montrent seulement de petits ilots vert foncé, irréguliers qui se détachent nettement sur le fond jaune clair.

La mosaïque reste plane, nullement déformante, et la plante semble se développer normalement, mais reste chlorotique.

Le virus à l'origine de ces symptômes semble être assez largement répandu, sur plusieurs variétés cultivés : chez les haricots "Prélude" et "Superviolet", il occasionnait une mosaïque du type "vein banding" bien plus nette que celle de la variété "Gloire de Deuil".

c) le type "mosaïque nécrotique" (Légumineuses, planche II fig C et D)

Plusieurs souches du virus de la mosaïque jaune, décrites aux

U.S.A. et pour l'Europe, en Hollande principalement, se distinguent nettement des autres par leur caractère nécrotique.

Nous avons obtenu, pour notre part, des symptômes analogues à partir d'un virus issu de trèfle blanc mosaïqué.

Là encore, le trèfle blanc, peut consister un réservoir presque inépuisable pour le virus et l'importance des dégâts occasionnés sur le haricot serait certainement plus grande si les plantes atteintes, très fortement nécrosées ne disparaissent pas aussi rapidement.

Après inoculation sur feuilles cotyledonnaires, le virus se manifeste déjà sur la première feuille trifoliolée. Celle-ci plus petite que la normale, affecte un port caractéristique "en toit", les trois folioles dirigées vers le bas et plaquées les unes contre les autres.

Le limbe est par ailleurs crispé et devient très cassant du fait de l'accumulation probable dans les tissus de substances telles que l'amidon.

La deuxième feuille composée se développe quelquefois; le plus souvent la nécrose est assez précoce pour déterminer un arrêt total de la croissance du point végétatif; les feuilles formées se flétrissent; la tige et les folioles deviennent brunes.

Si l'attaque est moins grave, la plante continue de croitre mais le feuillage très mosaïqué et nécrosé, reste déformé et nain.

Les feuilles qui naissent de bourgeons axillaires à la base de végétal, sont également très atteintes par le virus.

La nécrose qui caractérise cette souche se manifeste de plusieurs manières que l'on peut retrouver séparément ou groupées sur la même plante.

1) nécrose des folioles au niveau du point d'attache de folioles.

2) nécrose du limbe sous forme de ponctuation nécrotique (fig. E) les taches se trouent et leur centre donnant à la feuille un aspect déchiré "en étoile".

3) nécrose (plus rare) des nervures sur feuille trifoliolée, à partir d'un point de situation variable, fréquemment en position marginale (fig. D)

4) nécrose tardive, mais toujours observée, du réseau nervien tout entier, sur les feuilles cotyledonnaires.

Les manifestations étaient sensiblement les mêmes pour toutes les variétés testées; les haricots "Supervert" et "Coco Nain" accusent plus fréquemment une nécrose du sommet, que la variété "Gloire de Deuil".

Les nécroses nerviennes sur feuille composée n'ont été observées que sur le haricot "Gloire de Deuil.

Le virus, qui a fait l'objet d'une étude spéciale, infecte, par ailleurs, plusieurs autres espèces de la famille des légumineuses.

- Types symptomatologiques sur haricot "Michelet" variété résistante au irus de la mosaïque commune (var. à "Black root")

- Virus de la mosaïque commune (virus 1 du haricot)

- le type "black-root" (légumineuses, planche III, fig. A.)

Le symptôme "black-root" est observé en champ, lorsque la tempéra- ure dépasse 32°C environ, pendant les fortes chaleurs de l'été; il n'ap- arait que sur les variétés dites "résistantes" qui, d'autre part, ne sont as affectées normalement par le virus type (pas de déformation du type loque, ni de mosaïque).

Nous avons pu observer de très fort symptômes de black-root, au ours de cette année sur les variétés "Coco Nain blanc précoce", "Contender" Furore", "Gloire de St-Rambert", "Merveille du Forez", "Michelet", Princesse vert", "Servus.", "Supervert", "Superviolet", "Tenderlong" t "Top crop" parmi d'autres.

C'est une manifestation nécrotique qui apparait au niveau des issus conducteurs du végétal, la tige et les folioles deviennent brun oiratre, le feuillage se déssèche et donne au végétal atteint un aspect rillé; la plante meurt rapidement.

Les zones brunes localisées auxtissus vasculaires, forment sur es gousses déformées (en arcs), des lignes sombres au niveau des sutures.

Sur certaines feuilles, les premiers symptômes apparaissent mme une tache nécrotique, gagnant les nervures, ou tache primaire.

La gravité de ce type d'attaque ne laisse naturellement aucun oute sur l'identification du virus responsable.

- Virus de la mosaïque jaune (virus 2 du haricot)

a) le type "mosaïque jaune" (Légumineuses planche III fig. C.)

C'est la manifestation type du virus de la mosaïque jaune, elle st souvent observée en champ sur la variété "Michelet".

Le feuillage se développe au début, comme dans la plante normale, ans déformation ou nanisme, Peu à peu, il apparait une mosaïque plane plus en plus nette, taches irrégulières à contours anguleux, petites, aune vif et vert foncé.

Ensuite, la plante a une croissance plus ou moins ralentie, selon gravité de l'attaque.

Il est très facile de détecter dans le champ les plantes malades nt le feuillage tranche nettement sur le vert uniforme des plantes ines.

Un grand nombre de variétés extériorisent des symptômes analogues, peut penser qu'il s'agit du virus type de la mosaïque jaune.

b) le type "mosaïque déformante" (Légumineuse planche III fig. D.)

Une étude est actuellement envisagée, d'une souche virale en provenance de fève mosaïquée, récoltée en champ l'été dernier.

Les symptômes que ce virus provoque sur haricot sont intéressants à deux titres; d'une part, ils affectent fortement la plante dans son développement, d'autre part, ils ressemblent étonnamment aux manifestations accasionnées par le virus 1 sur les variétés sensibles.

La plante inoculée montre très tôt, une forte mosaïque à larges plaques jaunes et vertes, avec feuillage crispé; souvent le sommet se déssèche et de nouvelles pousses prennent naissance à partir de bourgeons axillaires; il n'y a cependant pas de nécrose comme dans le cas de la souche précédente. Les nouvelles feuilles formées sont alors très mosaïquées et très déformées; ce sont ces manifestations qui peuvent être confondues avec celles du virus 1 sur les variétés sensibles; il y a de larges plaques vert foncé, plus fréquemment situées près des nervures (comme le "vein banding") et des boursouflures rappelant les cloques. Les folioles sont seulement moins arquées en cuillère que dans le cas de la mosaïque commune.

Les gousses formées se déssèchent en partie causant un fort préjudice à la récolte.

Il est remarquable que les variétés résistantes au virus 1, que nous avons utilisées, sont très sensibles au virus; sur haricot "Supervert", les déformations étaient particulièrement fortes, avec tendance légère au filiformisme. Sur le haricot Michelet, les symptômes pourraient être facilement confondus avec ceux que donne, sur cette variété, la souche de Burkholder, du virus 1.
Par contre, le haricot Gloire de Deuil est très peu sensible et ne présenté pratiquement pas de symptômes; soit que la variété soit réellement résistante, soit que l'inoculation mécanique réussisse moins bien sur elle.

En champs, des manifestations analogues ont été fréquemment observées sur "Michelet", il semblerait que le même virus soit en cause. Nous insisterons, dans un autre paragraphe sur l'importance de la fève comme hôte réservoir du virus.

c) - le type "mosaïque nécrotique" (Légumineuses planche III fig. B)

Comme le haricot "Gloire de Deuil", la variété "Michelet" est également sensible à la souche nécrotique issue de trèfle blanc, dont nous avons parlé. Les manifestations sont les mêmes.

Le cliché montre une nécrose de feuille cotyledonnaire et une nécrose du sommet.

Bien que très imparfait, le diagnostic du virus basé sur la symptomatologie conserve sa valeur; rappelons, en effet que, dans le cas des viroses du haricot, nous n'avons pas jusqu'à ce jour, de méthode sérologique différentielle pour les virus 1 et 2 : les deux groupes de virus sont liés et la sérologie croisée.
De même l'examen au microscope électronique, qui deviendrait maintenant plus facilement réalisable à plus grande échelle, étant donné les nouvelles techniques rapides de préparation, ne peut distinguer les deux virus qui sont morphologiquement identiques.

On peut seulement effectuer des tests d'infection sur plantes hôtes différentielles; le virus de la mosaïque jaune est hébergé par de nombreuses légumineuses, alors que le virus 1 ne se rencontre pratiquement que sur le haricot.

Dans le champ, la détection des plantes malades, ne saurait cependant se faire que par l'observation des symptômes; or les viroses du haricot, restent paradoxalement très mal connues : on sait que, ces dernières années, elles se sont malheureusement généralisé un peu partout, et l'on a quelquefois tendance à qualifier de "maladie à virus" ou plus simplement de mosaïque", toute altération dans la coloration de feuillage, d'origine un peu douteuse. Ceci tient notamment, à la grande diversité dans l'extériorisation de ces affections, les exemples que nous venons de donner étant, à ce sujet, particulièrement éloquents.

Cependant, l'observation précise des réactions de quelques plantes vis à vis de souches caractérisées, nous a permis de définir, un certain nombre de types symptomatologiques, qui bien sûr, étant donné l'importance du facteur variétal dans l'extériorisation, n'ont de véritable valeur que pour les haricots que nous avons testés; mais, un catalogue complet des réactions des différentes variétés est difficilement réalisable.

Ces types de symptôme, nous les retrouvons en fait sur la plupart de nos haricots cultivés plus ou moins accentués seuls ou en complexe. Le travail de détermination n'est pas toujours facilité; nous avons également attiré l'attention sur le caractère diffus et même fugace de certains types de réaction. Il semble particulièrement important de déterminer cependant la part qu'il convient d'attribuer aux différents groupes de virus : le virus 1 a beaucoup préoccupé jusqu'à présent les agriculteurs et les sélectionneurs; or, le virus de la mosaïque jaune, ne doit pas être tenu à l'écart: il occasionne, nous l'avons vu cette année, des pertes économiques aussi graves, et la lutte que l'on peut envisager à son égard est beaucoup plus difficile que pour le virus 1.

Un premier pas dans la connaissance profonde de ces maladies réside en l'observation du comportement de nos différentes variétés vis à vis des souches infectieuses que nous avons chez nous et les symptômes types que nous avons étudiés ci-dessus, doivent aider cette tâche délicate.

La fève, plante hôte pour les virus des légumineuses.

par J.C. DEVERGNE.

Si l'on rencontre fréquemment des "mosaïques" sur le haricot, des symptômes du même type peuvent également se manifester sur le pois cultivé; ils peuvent être occasionnés par le virus de la mosaïque jaune du haricot, transmissible au pois, ou par d'autres pathogènes connus sur le nom de virus du pois, et dont l'extension ces dernières années, a donné lieu à de nombreux travaux récents, notamment en Hollande et en Allemagne. Pour rester dans le domaine des virus à mosaïque, nous rappellerons l'existence, d'ailleurs reconnue en France, des virus de la mosaïque enation et de la mosaïque commune du pois, le premier provoquant l'apparition, à la face inférieure des feuilles, de petites excroissances ou "enations", accompagnant une mosaïque et un rabougrissement, le second ne donnant qu'une mosaïque plane, du type "vein banding".

Ces deux virus, comme le virus de la mosaïque jaune du haricot, ont une gamme d'hôtes étendue à de nombreuses espèces de légumineuses, parmi lesquelles figurent la fève (Vicia faba, L), et la féverolle (V. faba minor).

Des observations en champs, nous ont montré qu'en effet, les symp-tômes de mosaïque n'étaient pas rares sur ces plantes, et l'on peut penser que la fève joue, en réalité, un rôle de foyer secondaire dans la dissémination de ces virus.

Le problème des viroses sur fève est cependant complexe du fait que d'après les auteurs, on peut compter quatorze virus différents susceptibles d'être hébergés par cette espèce. Il était donc nécessaire de connaître avec précision les symptômes occasionnés, en particulier par les trois virus notés ci-dessus. Par ailleurs, la fève est une excellente plante test, de culture facile, tant en serre qu'en pleine terre, et réagissant bien aux inoculations mécaniques.

Les symptômes décrits ici, sont ceux que nous avons obtenus sur fève (variété "Seville") par inoculation mécanique d'extraits infectieux provenant de souches pures du virus de la mosaïque enation du pois, du virus de la mosaïque commune du pois, et d'une souche du virus de la mosaïque jaune du haricot, isolée à partir de trèfle blanc; (appelée ici souche nécrotique). De plus, une fève récoltée en champs et naturellement mosaïquée, nous a permis d'envisager, à partir de cette plante, l'existence d'un virus, proche du virus de la mosaïque jaune du haricot, donnant sur certaines variétés de Phaseolus une mosaïque déformante et nommée momentanément "souche déformante".

A) Symptômes du virus de la mosaïque enation du pois.

(virus I du pois; "pea enation mosaic virus = PEMV).
(Légumineuses : planche IV - fig. B)

Les premières manifestations de la maladie apparaissent assez

tardivement (20 jours environ après l'inoculation); ce sont de petites taches chlorotiques, nombreuses, réparties apparemment sans ordre à la surface des plus jeunes feuilles; ces taches deviennent rapidement translucides.
Puis des zones hyalines se dessinent le long des nervures; le réseau nervien n'est cependant pas entièrement atteint, les zones claires ne longeant les nervures que sur des tronçons plus ou moins longs; cette réponse à l'infection est un phénomène très général et caractéristique du virus; elle correspond à la formation de tissus aberrants, dépourvus de chlorophylle et formés de cellules indifférenciées; on en rencontre également chez le pois infecté par le virus et les auteurs anglo saxons parlent, à ce sujet, de "fleck like windows".

Chez les Pisum, ces aires hyalines sont cependant plus nombreuses et plus larges que sur la fève. Nous n'avons jamais obtenu sur fèves de véritables enations; les folioles ne sont d'ailleurs pas déformées; à la face inférieure, il apparait quelquefois des nécroses tardives, sous l'aspects de segments bruns, le long des nervures.

La plante a une croissance légèrement ralentie avec tendance à la prolifération basale; les pousses jeunes peuvent extérioriser une mosaïque.

Comparativement aux symptômes provoqués par les virus suivants, ceux-dûs au virus de la mosaïque enation sont assez discrets sur la fève; la plante n'est pas rabougrie et, de loin, le feuillage semble presque normal; il est probable, par suite, que les symptômes passent souvent inaperçus. Il n'en reste pas moins que l'importance de la contamination de la fève par ce virus, mérite d'être observée avec attention; Mc. Whorter et Cook (1958) dans un travail sur les hôtes du virus de la mosaïque enation, placent la fève parmi les plantes reconnues naturellement infectées en Europe. Si la luzerne, le melilot ou le pois des champs jouent, sans aucun doute le rôle principal en tant que foyers primaires du virus, la fève, cultivée à proximité de pois, peut manifestement servir d'hôte secondaire et, par là, de relai dans la propagation de la maladie.

B) - Symptômes du virus de la mosaïque commune du pois.
(virus 2 du pois; "Commun pea mosaïc virus")
(Légumineuses; planche IV, fig. A)

Les symptômes sur la fève, rappellent ceux décrits sur le pois. C'est, au début, une mosaïque plane diffuse; puis les jeunes feuilles prennent un aspect crispé, avec ondulation marginale, la mosaïque devient plus intense et des bandes vert sombre apparaissent le long des nervures: c'est la manifestation du type "vein-banding", caractéristique de ce virus; les zones vert foncé sont d'autant plus nettes que le reste du limbe est par ailleurs, légèrement chlorotique.

La souche utilisée dans nos transmissions ne donnait que peu de rabougrissement; les feuilles bien que crispées, se développaient normalement; les jeunes pousses de la base étaient les plus mosaïquées mais il n'y a jamais eu de nécroses.
Certains auteurs, ont cependant obtenu avec le virus de la mosaïque commune du pois, des symptômes plus marqués avec croissance nettement ralentie de la plante hôte.

Des observations en champs ont permis l'identification de types symptomatologiques analogues et on peut penser que le virus de la mosaïque commune du pois est bien, en fait, responsable de certaines manifestations virusales sur fève et féverolle.

C). - Symptômes du virus de la mosaïque jaune du haricot : Souche nécrotique
(Légumineuses; planche IV, fig. C)

La souche utilisée est très remarquable car très nécrosante. La mosaïque diffuse qui apparait tout d'abord, évolue rapidement dans le sens nécrotique : le limbe se ponctue de brun et les petites tâches nécrotiques ainsi formées, occasionnent une déformation accentuée de la feuille, qui génée dans son développement, reste longtemps enroulée sur elle-même; quand elle se développe elle reste petite et fortement mosaïquée.

La nécrose affecte également la tige, sous l'aspect de taches brunes très allongées, disposées parallèlement: c'est un "streak" (fig.C2) elles peuvent confluer et, dans les cas graves, la tige devient complètement noire, avec mort du point végétatif; les nombreuses pousses qui naissent à la base du végétal, lui donnent un aspect buissonnant; elles sont naines et mosaïquées.

L'apparition de taches chlorotiques larges, sur feuilles âgées avec cerne brun violacé et nécrose en anneaux, est plus rare; elle est cependant très caractéristique et a pu être reproduite rapidement par inoculation nécanique. les symptômes apparaissant sur des feuilles de la base et assez tardivement, on ne peut pas les considérer comme des manifestations de type lésions locales. (fig. CI)

Il ne semble pas que des symptômes aussi graves s'extériorisent fréquemment dans les cultures; la plante d'ailleurs très atteinte, meurt rapidement. La réaction sur fève est cependant très intéressante pour caractériser le virus en question et apporter un élément décisif, dans son identification. Rappelons de plus, que cette souche a été issue de trèfle blanc, c'est-à-dire, d'une légumineuse à caractère vivace, largement répandue dans la nature et pouvant héberger ainsi, pendant toute l'année, une souche virusale qui pourrait devenir très néfaste aux plantes cultivéss.

D) - Symptômes du virus de la mosaïque jaune du haricot : "Souche deformante".
(Légumineuses; planche IV, fig. D)

Il s'agit de symptômes observés en champs sur des fèves qui, testées, ont révélé la présence d'un virus affectant plusieurs légumineuses dont le haricot. Sur fève, il apparait une mosaïque plane quelquefois assez nette, nais sans déformation de feuillage; les folioles sont seulement plus petites que la normale. Dans certains cas, les manifestations sont fugaces et les symptômes se masquent plus ou moins, de sorte que la plante semble à nouveau saine.
En général, il n'y a pas de nécrose.
L'affection a également pu être transmise de fève à fève, par l'intermédiaire de la cuscute.

Le virus à l'origine de cette mosaïque serait assez répandu sur la fève. Comme il affecte également le haricot, une étude plus complète à son sujet, mérite d'être envisagée.

Les premiers tests nous ont montré que l'agent pathogène provoquait de très graves symptômes sur certaines variétés de haricots résistants au virus de la mosaïque commune: "Michelet", "Supervert", "Coco nain précoce", avec extériorisation d'une mosaïque très déformante et dessèchement du sommet de la plante.

Le virus infecterait également le pois et le pois de senteur; quelques passages sur certaines variétés de Vigna sinensis, nous ont donné des lésions locales.

Il est probable que le virus soit à l'origine des manifestations graves observées ces derniers temps sur des haricots du type "black root" et, dans le cas d'une confirmation, il pourrait revêtir une grande importance économique.

Les quatre exemples ci-dessus de symptômes sur fève provoqués par des virus doivent nous rappeler qu'en fait, la plupart des agents responsables de maladies à virus sur le haricot et sur le pois (exception faite du virus de la mosaïque commune du haricot) ne sont pas strictement inféodés à ces deux espèces et que l'étude de ces virus, tant sur le plan expérimental au laboratoire que sur le plan des observations dans la nature, ne doit pas se limiter au cadre de ces deux cultures essentielles. On ne saurait trop insister sur l'importance des plantes secondaires dont le rôle dans l'hébergement et, indirectement, dans la propagation des germes infectieux est certain.

C'est pourquoi, la reconnaissance des manifestations extérieures de ces virus est aussi nécessaire sur leurs hôtes secondaires ou occasionnels que sur les espèces principales sur lesquelles elles sont beaucoup mieux connues parce que directement responsables des dégâts d'ordre économique; elle est nécessaire pour la détection du virus, l'évaluation de sa répartition, les chances possibles de contamination et par suite pour une lutte efficace contre son extension.

Légumineuses - Planche II. -

Symptômes de maladies à virus sur haricot "Gloire de Deuil"

A - Eclaircissement local des nervures secondaires.
B - Anneaux chlorotiques.
C - Ponctuation nécrotique avec déformation foliaire.
D - Nécrose des nervures sur foliole.

Légumineuses - Planche III.

Symptômes de maladies à virus sur haricot "Michelet"

A - Black-root : tache primaire sur foliole; nécrose sur tige et flétrissement apical (virus 1)
B - Nécrose des nervures sur feuille cotyledonnaire; nécrose apicale (virus 2
C - Mosaïque plane avec tâches jaune vif (virus 2)
B - Mosaïque déformante (virus 2)

Légumineuses - Planche IV -

Symptômes de maladies à virus sur fève ("Seville")

A - Mosaïque à "vein banding" (mosaïque commune du pois)
B - Aires translucides au voisinage des nervures (mosaïque enation du pois)
C_1 - Mosaïque sur feuilles et taches annulaires nécrotique (virus 2 du haricot
C_2 - Streak sur tige (virus 2 du haricot)
D - Mosaïque plane à plages claires (virus 2 du haricot)

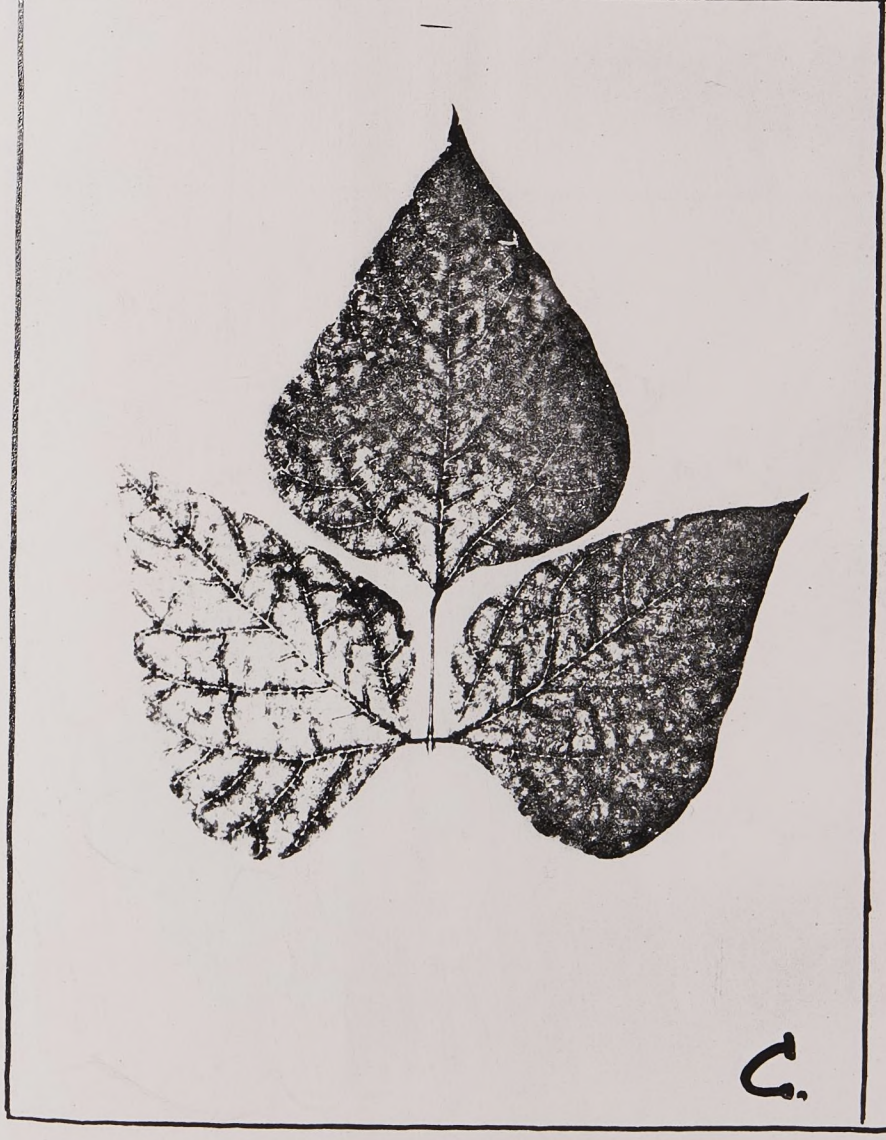
Légumineuses-Planche 1 -

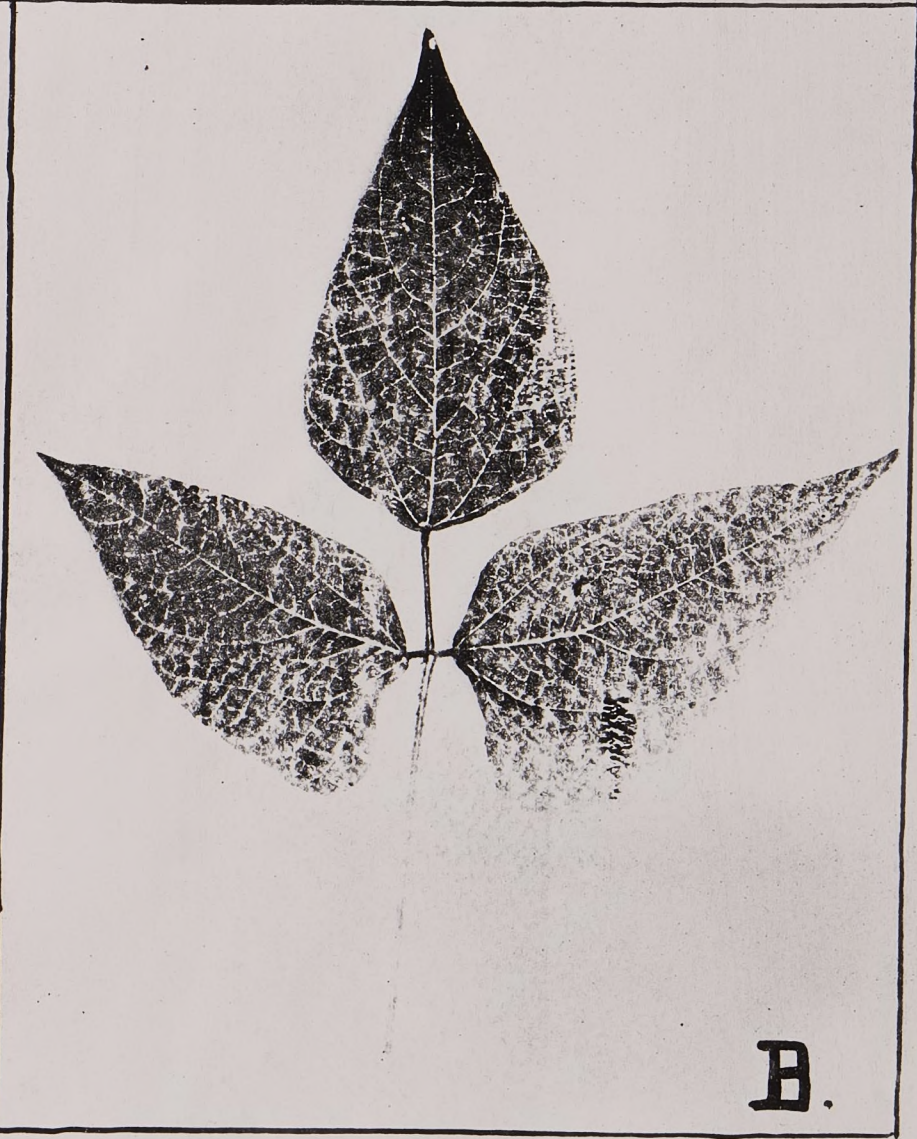
Symptômes de maladies à virus sur haricot "Gloire de Deuil"

A - Cloqués et mosaïque (virus 1)

B - Eclaircissement des nervures (virus 1)

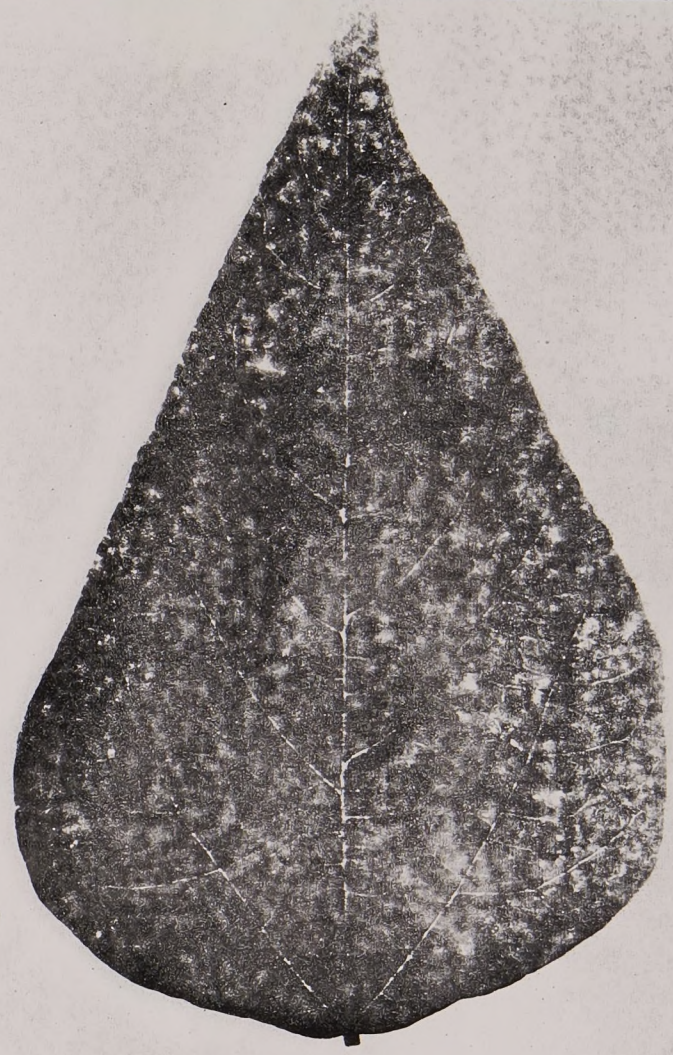
C - Vein banding (virus 1)





I.

A.



B.

C.

D.

A.

B.

C.

D.

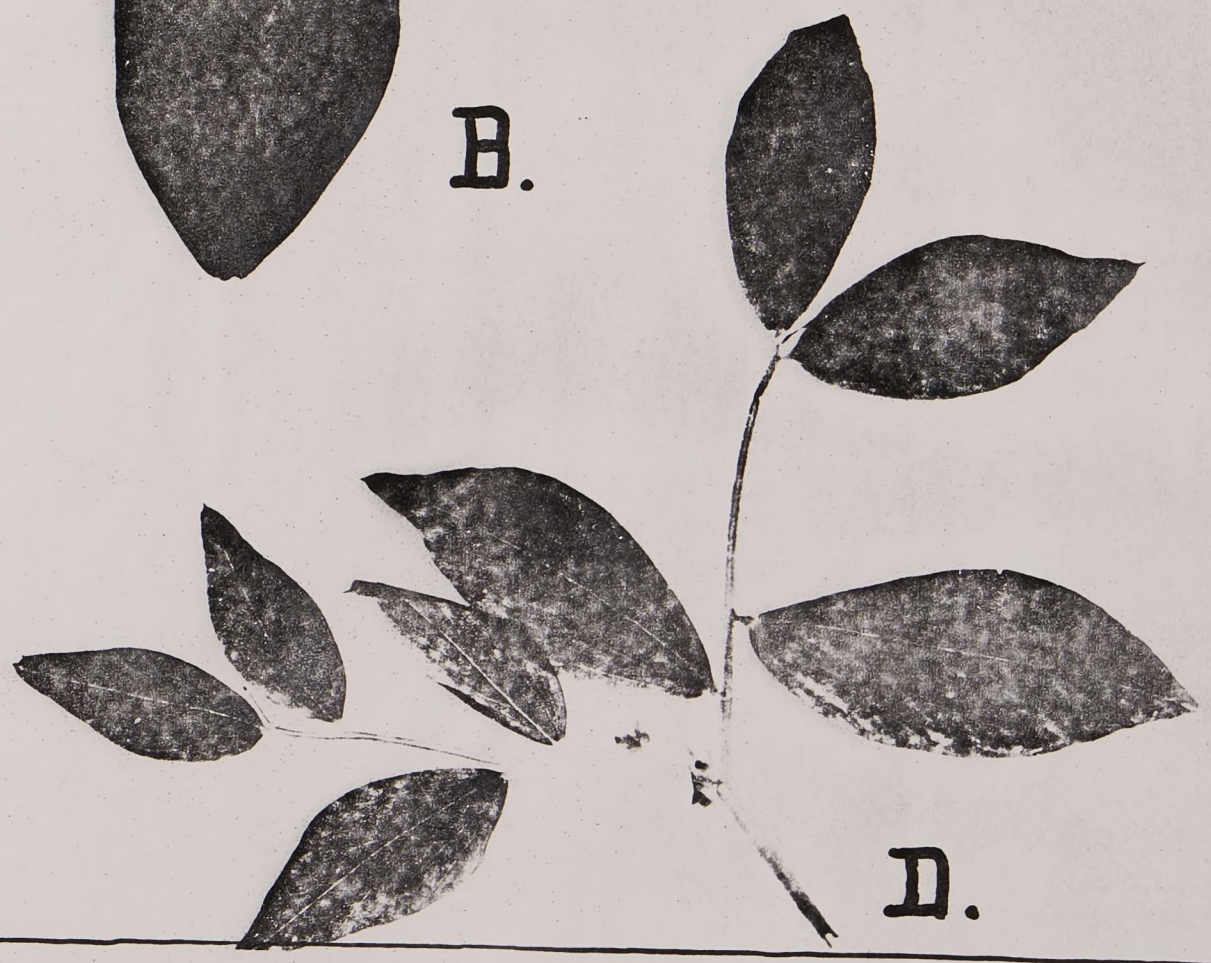
III. 22

C1.

A.

B.

C2.



D.

IV.

INOCULATION MECANIQUE DU VIRUS DE LA MOSAIQUE DE LA LAITUE

par Jean M A R R O U

La transmission nécanique du virus de la mosaïque de la laitue bien qu'ayant été réussie par plusieurs chercheurs étrangers (1) présente une certaine difficulté. Nos premiers essais ont abouti à des échecs. Pour faciliter l'étude de la maladie et en particulier pour contrôler les hybrides obtenus par certains sélectionneurs dans la recherche de laitues ne transmettant pas le virus par la graine il était indispensable de disposer d'une technique d'extraction et d'inoculation du virus capable d'augmenter la proportion des plantes infectées.

1) - Extraction du virus - Lorsque l'on broie au mortier ou au broyeur à hélice des feuilles de laitue atteintes de mosaïque le jus obtenu après filtration sur étamine perd en quelques secondes sa couleur verte et devient de plus en plus sombre, après cinq à dix minutes il prend une couleur brune caractéristique des corps phénoliques oxydés. Nous avons pensé que le virus de la mosaïque de la laitue était dénaturé au cours de ces phénomènes d'oxydation il était donc logique d'obtenir des jus infectieux en linitant l'oxydation au moment de l'extraction du virus. Pour cela nous avons comparé trois solutions d'extraction:

- Solution de bisulfite à 5 pour mille
- Solution de bisulfite à 5 pour mille et de cyanure de potassium à un pour mille (4)
- Tampon Thyosulfate 0.05 M sulfate de sodium 0,95 M pH 6,8

La première de ces solutions est d'utilisation courante en virologie, le bisulfite agit comme réducteur et linite l'oxydation des tissus mis à son contact. Le cyanure utilisé dans la seconde solution est un inhibiteur puissant des enzymes d'oxydo réduction.

L'utilisation d'une solution tampon nous a paru intéressante car le virus de la mosaïque de la laitue semble très fragile lorsque l'on étudie au microscope électronique, seuls les jus obtenus en présence d'un tampon nous ont permis de mettre en évidence des bâtonnets identiques à ceux absorbés par Houston B. Couch (3). La solution de Thiosulfate - Sulfate de Sodium en plus de son pouvoir tampon conserve une partie des propriétés réductrices du thiosulfate elle présentait donc un grand intérêt pour nos essais.

2) - Méthode d'extraction et d'inoculation

Nous avons utilisé vingt plantules de 25 jours de chacune des variétés suivantes :

Trocadéro, Romaine blonde maraichère et A couper d'Australie. Cette dernière variété a en effet été signalée comme hypersensible à la mosaïque de la laitue (2). Vingt quatre heures avant l'inoculation, les plantes ont été placé à l'obscurité pour augmenter leur sensibilité à l'inoculation.

Les jus infectieux ont été préparés au moment de leur utilisation en broyant au mortier un volume égal de feuille de laitue présentant des symptômes nets et un volume de la solution anti-oxydante. Les deux plus jeunes feuilles de chaque plante légèrement saupoudrées de carborendum ont été inoculées en frottant délicatement leur limbe avec une baguette de verre trempée, entre chaque passage, dans le jus infectieux.

3) - Résultats - Après 10 jours en serre (mois d'Août sans lumière d'appoint) les premiers symptômes ont fait leur apparition. Quinze jours après l'inoculation les résultats suivants ont été relevés :

Pourcentage des plantes contaminées par inoculation mécanique

	Bisulfite 5/00	Bisulfite + KCN	Tampon
A couper d'Australie	30 %	90 %	IO %
Romaine	20 %	75 %	60 %
Trocadéro	35 %	85 %	25 %
Moyenne	28 %	83 %	32 %

Les meilleurs résultats ont été obtenus avec le mélange bisulfite cyanure de potassium 75 à 80 % des plantes inoculées présentant des symptômes nets de mosaïque. Pour éliminer toute cause d'erreur nous avons cultivé dans la même serre une cinquantaine de plantes des trois variétés étudiées provenant du même semi. Aucune de ces plantes n'a présenté de symptômes. Ces témoins montrent que les lots de graines utilisés étaient indemnes de virus et qu'aucune contamination accidentelle ne s'étaient produite au cours de nos essais.

D'autres essais sur les mêmes variétés et sur la variété anglaise Cheshunt Early Géant nous ont permi de vérifier l'importance des solutions réductrices ou inhibitrices dans l'extraction du virus de la mosaïque de la laitue. Chez le laitue les phénomènes d'oxydo réduction sont particulièrement intenses lorsque la plante est atteinte de mosaïque. L'activité de la polyphénol oxydase par exemple est nettement plus forte chez les plantes malades (Plantes saines activité 100 plante malade activité 135 (5).

La présence de cyanure, inhibiteur puissant de cet euzyme, empêche l'accumulation de produits phénoliques oxydés susceptibles de dénaturer le virus et par là augmente les chances de contamination lors de l'inoculation.

Bibliographie -

(1) Ainsworth 1939 - Lettuce Mosaïc Ann appl. biol. 26 p.279, 297.
(2) Brandenburg 1928 - Uber mosaïk krankheiten an composen
(3) Couch Houston B 1954 - Rod Shaped particles associated with Lettuce mosaïc Phytopath. 44 p. 715.
(4) Martin C 1952 - Améliorations apportées à l'extraction du virus de la mosaïque du dahlia Ann. epiph. 3 395. 396. 1952.
(5) MARROU J. 1959 - Travaux en cours non publiés.

ETUDE DE LA DISSEMINATION DE LA MOSAIQUE DE LA LAITUE EN CULTURE GRAINIERE

par Jean M A R R O U

Les essais de production de graines sans virus nous ont permis d'étudier dans différentes régions de production la vitesse de contamination des cultures de laitues porte-graines par le virus de la mosaïque.

1 - CHAMPS D'ETUDE -

Plusieurs producteurs grainiers se sont intéressés à ces essais et ont bien voulu nous aider dans leur réalisation; grâce à eux, nous avons pu répéter le dispositif de Versailles à :

Verrière le Buisson (S.&.O) Etablissements Vilmorin
Bretigny sur Orge (S.&.O) Etablissements Clause
Beaufort en Vallée (M.&.L.) Etablissements Portron Giladeau

que la Direction et les services techniques de ces Etablissements trouvent ici l'expression de nos remerciements pour leur collaboration et les services nombreux qu'ils nous ont apportés.

Dans chacune des situations nous disposions de deux parcelles de 1500 à 1600 laitues chacune, les plantes étaient placées en carré à 40 cm les unes des autres. Les laitues de la variété blonde de Versailles dans la région parisienne, et Trocadéro à Beaufort en Vallée avaient été sélectionnées en serre; seules les plantes sans symptômes furent utilisées.

Pour limiter les invasions de pucerons et aussi la dissémination de la mosaïque des traitements aphicides à base d'Esther phosphorique ont été appliqués tous les 15 jours jusqu'à la montée à graine. Toutes les plantes contaminées avant la formation de la pomme ont été éliminées.

2 - Résultats expérimentaux.

La première épuration a eu lieu 20 à 25 jours après la plantation elle a été suivie par quatre ou cinq autres selon les situations. Les résultats obtenus sont rapportés dans le tableau suivant :

Parcelle	jours depuis la plantation 22ème	25ème	30ème	36ème	44ème	50ème	68ème
Versailles I	5,6 %	9,48 %	20,I2 %	26,8 %	39,7%	4I,4 %	
" II	8 %	I0,2 %	2I,7 %	25,4 %	34 %	37 %	98,4 %
Bretigny II	-	I.48 %		5.2 %	5.2 %	5.2 %	97 %
Verrière I	-	4.33 %	9.3 %	I0.4 %	I0.7 %	II %	I00 %
Verrière II	-	3 %	6.8 %	8.7 %	9.3 %	9.5%	I00 %
Beaufort I	4.8 %	-	-	9.87	-	-	I4.2 %
Beaufort II	7,8 %	-	-	I2.3	-	-	I6.7 %

Dans la région parisienne, la contamination a été particulièrement importante et rapide malgré les traitements apticides, elle a été beaucoup plus réduite en Anjou.

Si l'on considère la courbe établie en portant en abscisse le temps en jours écoulés depuis la plantation en plein champ et en ordonnés le pourcentage de plantes présentant des symptômes nets de mosaïque on remarque trois périodes successives. La première du 22ème au 30ème jour au cours de laquelle le nombre de plantes malades augmente de façon continue et progressive. Du 30 au 60ème jour par contre le taux de plantes malades varie peu la courbe marque un palier. Brusquement vers le 60ème jour le nombre de plantes malades augmente de façon considérable. Il est intéressant de comparer cette courbe à celle de la croissance de la laitue, le plateau correspond au stade formation de la pomme. A ce stade la laitue n'extériorise plus aucun symptôme et les plantes malades sont marquées. Lorsque la hampe florale apparait les symptômes réapparaissent de façon très nette sur les brachées et toutes les plantes contaminées au cours de la période précédente peuvent être reperées. Cette évolution est particulièrement nette dans les parcelles de Verrière et de Bretigny, à Versailles le palier est peu marqué : dans ces parcelles en effet, de mauvaises conditions culturales (sécheresse) ont retardé la formation de la pomme, les symptômes sont restés visibles plus longtemps. Dans ce cas la courbe obtenue se rapproche de la courbe théorique extrapolée à partir des points expérimentaux obtenus dams la première phase de croissance.

3 - Répartition des plantes malades à l'intérieur des parcelles.

Pour étudier la localisation des plantes malades nous avons divisé chacune des parcelles de telle sorte qu'elle comporte une zone centrale entourée par trois brandes concentriques : N° I,II, III - la plus externe portant le N° I.

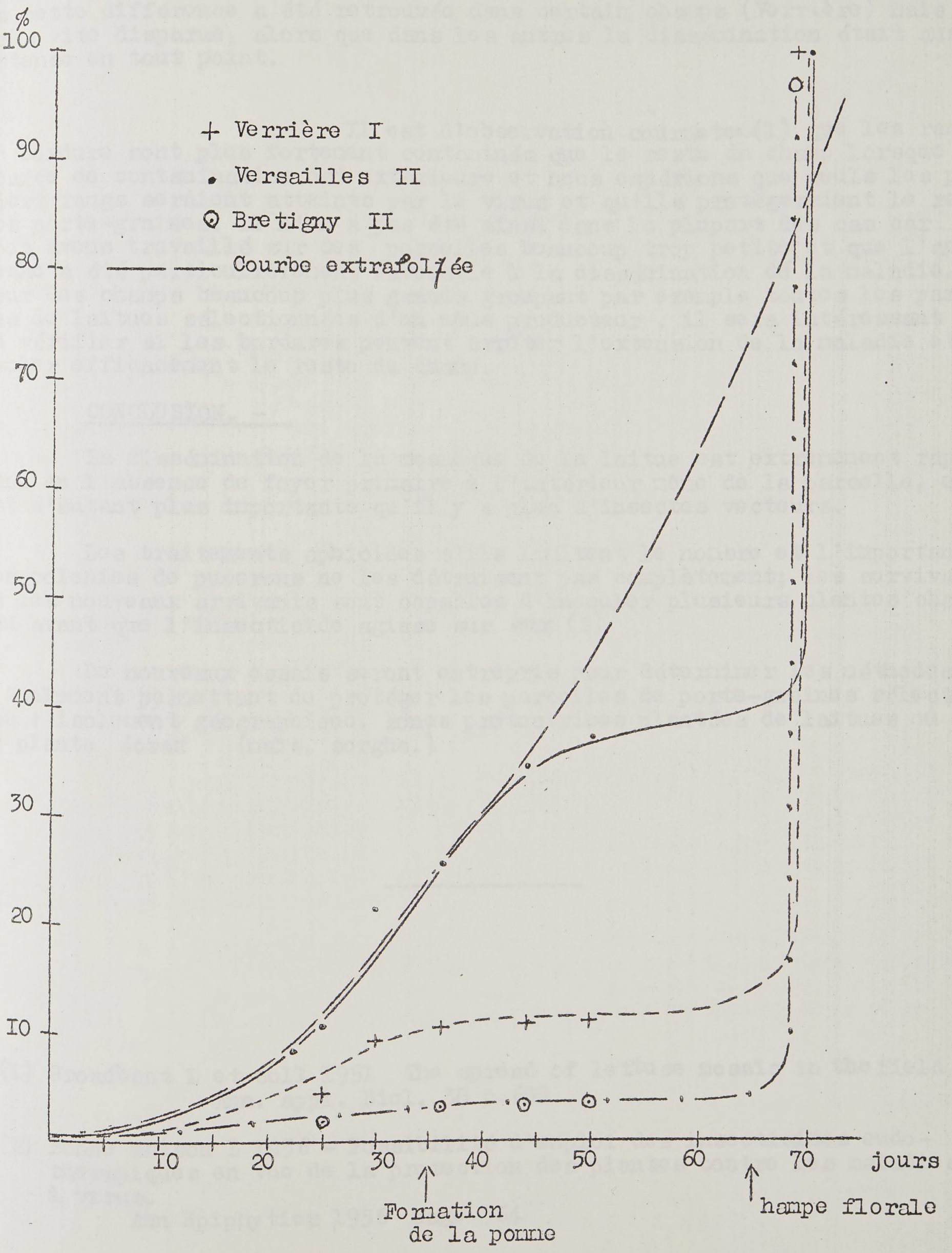
Chaque fois qu'une plante présentait des symptômes de mosaïque, son emplacement était coché sur le plan. Les notations ont été interrompues lors de la formation des pommes.

Les résultats exprimés en pourcentage de plantes malades sont reportés dans le tableau suivant :

	I	II	III	Centre
Versailles	3I %	25,5 %	20,5 %	23,5 %
Bretigny	4,1 %	4,1 %	4,8 %	6,8 %
Beaufort en Vallée	25,2 %	I4,1 %	16,3 %	8,9 %
Verrière I	I2,8 %	5,6 %	7,6 %	4,6 %
" II	9,9 %	7,7 %	I0,7 %	7 %

A Beaufort en Vallée, où la contamination a été plus faible que dans la région parisienne, nous avons noté une différence notable du taux de plantes malades, entre les bordures et le centre des parcelles et cette

Contamination et extériorisation des Symptômes
de mosaïque de la laitue



différence est restée sensible jusqu'à la récolte. Dans la région parisienne cette différence a été retrouvée dans certain champs (Verrière) mais à très vite disparue, alors que dans les autres la dissémination était aussi intense en tout point.

Il est d'observation courante (1) que les rangs de bordure sont plus fortement contaminés que le reste du champ lorsque la source de contamination est extérieure et nous espérions que seuls les premiers rangs seraient atteints par le virus et qu'ils protègeraient le reste des porte-graines. Il n'en a pas été ainsi dans la plupart des cas car nous avons travaillé sur des parcelles beaucoup trop petites et que l'année sèche a été particulièrement favorable à la dissémination de la maladie. Pour des champs beaucoup plus grands groupant par exemple toutes les parcelles de laitues sélectionnées d'un même producteur , il sera intéressant de vérifier si les bordures peuvent arrêter l'extension de la maladie et isoler efficacement le reste du champ.

CONCLUSION. -

La dissémination de la mosaïque de la laitue est extrêmement rapide même en l'absence de foyer primaire à l'intérieur même de la parcelle, elle est d'autant plus importante qu'il y a plus d'insectes vecteurs.

Les traitements aphicides s'ils limitent le nombre et l'importance des colonies de pucerons ne les détruisent pas complètement; les survivants et les nouveaux arrivants sont capables d'inoculer plusieurs plantes chacun avant que l'insecticide agisse sur eux (2)

De nouveaux essais seront entrepris pour déterminer les méthodes d'isolement permettant de protéger les parcelles de porte-graines sélectionnés : isolement géographique, zones protectrices plantées de laitues ou de plante écran (maïs, sorgho.)

(I) Broadbent L et coll 1951 The spread of lettuce mosaïc in the field
Ann. appl. Biol. 38 p.689

(2) Bonne maison L 1956 - Possibilité d'emploi des insecticides eudothérapiques en vue de la protection des plantes contre les maladies à virus.
Ann Epiphyties 1956 page 564

ETUDE DU POURCENTAGE DE TRANSMISSION DU VIRUS DE LA MOSAIQUE DE LA LAITUE PAR LES GRAINES..

par Jean M A R R O U

En vue d'un essai de production de graines de laitue sans virus (1) nous avons été amenés à observer une à une plusieurs milliers de plantules de laitue blonde de ~~Versailles~~ Châteaurenard pour séparer plantes saines et plantes malades. Cela nous a permis de faire quelques remarques sur la proportion de plantes contaminées dès la graine et sur la vitesse d'apparition des symptômes.

1 - Mode de culture - Les graines sont semées en serre, à l'abri des pucerons vecteurs de maladie à virus. Lorsque les jeunes plantules atteignent le stade une vraie feuille (20 jours environ après le semis) elles sont repiquées soit en terrine, au carré à cinq centimètres de distance les unes des autres, soit au godet. Cette seconde méthode nous a semblé intéressante pour éviter tout retard lors de la mise en place des plantes en pleine terre. Des godets de tourbes ou des mottes de terre façonnés en godet (Pressepoterre) conviennent particulièrement bien.

Pour un test de contrôle, le repiquage en terrine est préférable, il permet de tester un plus grand nombre de plantes à l'unité de surface, les conditions de culture (l'arrosage en particulier) sont également plus homogènes. Cette méthode est utilisée depuis plusieurs années avec succès par Monsieur Touzard aux Laboratoires des Etablissements Clause. Nous tenons à remercier ici Monsieur Touzard pour tous les renseignements qu'il nous a communiqué au début de nos essais, nous faisant ainsi profiter de son expérience et de ses propres recherches sur la sélection sanitaire des graines de laitue.

Il serait intéressant de vérifier l'influence de la qualité du mélange terreux sur l'extériorisation des symptômes, nous avons en effet constaté qu'en milieu pauvre et acide : sable + tourbe, la croissance était nettement ralentie mais l'extériorisation beaucoup plus nette. Pour des raisons pratiques nous avons préféré dans ces essais un terreau de jardin riche en matières organiques.

2 - Epuration des lots - Les plantes ont été élevées 50 à 60 jours en serre, et observées quatre fois une à une. La première épuration a eu lieu onze jours après le repiquage, la dernière a correspondu au choix des laitues conservées comme porte-graines et transplantées en pleine terre.

Les premiers symptômes ont pu être décelés une dizaine de jours après le repiquage. Le limbe de la plus jeune feuille présentait alors une mosaïque caractéristique.

Les tableaux suivants montrent que l'apparition des symptômes est progressive et soulignent l'importance d'une surveillance attentive des jeunes plants pendant un temps suffisamment long.

RESULTATS OBTENUS EN I				
Nombre de jours depuis le semis le repiquage	30ème 11ème	35ème 16ème	39ème 20ème	46ème 27ème
Nombre de plantes malades	56	76	129	224
Nombre total de plantes	4.000	4.000	4.000	4.000
Pourcentage de plantes malades	1,4 %	1,9 %	3,2 %	5,6 %

RESULTATS OBTENUS EN II			
Nombre de jours depuis le semis le repiquage	44 11	51 17	56 22
Nombre de plantes malades	52	67	94
Nombre total de plantes	3.824	3.824	3.824
Pourcentage de plantes malades	1,36 %	1,75 %	2,45 %

3. - Influence des conditions culturales sur l'apparition des symptômes.

Pour pouvoir élever les quatre mille plantes de laitue nécessaires à nos essais nous avons du utiliser à Versailles plusieurs serres, certaines d'entre elles étaient particulièrement bien éclairées et chauffées (A) d'autres plus anciennes (B) étaient munies d'installations plus sommaires, l'humidité était très élevée et l'éclairage déficient. Il est intéressant de comparer les résultats obtenus dans ces différentes situations.

Nombre de jours depuis le semis	30 A	30 B	35 A	35 B	39 A	39 B	46 A	46 B
Nombre de plantes malades / Nombre total	I3 / 800	I9 / 2080	2I / 800	26 / 2080	40 / 800	44 / 2080	57 / 800	I22 / 2080
Pourcentage de plantes malades apparues le jour du contrôle	22,8%	I5.5%	36.8%	2I.3%	70.2%	36%	I00 %	

Dans la serre A la durée du jour était prolongée à 17 heures par des lampes à vapeur de mercure, les plantes malades ont été beaucoup plus rapidement reprérées que dans les serres non éclairées puisque 70 % des laitues virosées étaient éliminées au troientième contrôle dans la première contre 36 % seulement dans la seconde.

L'influence de la lumière est donc très grande et en son absence les symptômes peuvent être masqués. Dans la serre bien éclairée 7 % des laitues ont été éliminées alors que 5,6 % d'entre elles ont été reconnues comme malades dans la seconde. Il s'agissait cependant du même lot de plantes et aucune contamination secondaire n'avait pu se produire. De mauvaises conditions de culture retardent l'épuration des semis et leur enlèvent une grande partie de leur efficacité.

4 - Résultats - Il est intéressant de comparer les pourcentages de graines porteuses de virus dans les différents lors de laitue de la même variété : blonde du Chatelet mais d'origine différente.

LOT I	5,6 %	
LOT II	2,45 %	Pourcentage calculé sur des lots de 3.500 plantes
LOT III	3 %	

la variation de ces pourcentages prouve que selon le milieu de cultures (absence de foyer de maladie et d'insectes vecteurs) et le soin apporté à la sélection (épuration des porte graines virosés) les résultats peuvent être très différents et que des précautions supplémentaires devraient permettre la production de lots de semence faiblement contaminé. Il est important toutefois de rappeler [illegible] la conclusion des travaux de Zinc (2) aux Etats Unis; cet auteur a montré de façon précise qu'un lot de graines de laitue doit comporter moins de 0,1 % de semence malade pour permettre une culture dans de bonnes conditions.

Bibliographie -

(1) Grogan R.G. 1953 Common lettuce mosaïc aud its control by use of mosaïc free seed Phytopath 42 p. 573

(2) Zinc 1956 The effect of the porcentage of seed transmission upon subsequent spread of lattuce mosaïc virus. Phytopath 46 p. 662. 664.

RECHERCHE D'ESPECES OU DE VARIETES HYPERSENSIBLES AU VIRUS DE LA MOSAIQUE DE LA LAITUE

par Jean M A R R O U

Des espèces ou des variétés hypersensibles au virus de la mosaïque de la laitue, réagissant par des lésions locales devraient permettre, le le dosage biologique du virus comme cela se fait couramment sur le Nicotiana Glutinosa pour le dosage du virus de la mosaïque du tabac.

Wilkinson R.E. et U. Hirsh ont signalé que le Chenopodium urbicum et le Gomphrena Globosa réagissaient par des lésions locales au virus de la mosaïque de la laitue. Les auteurs signale que le Gomphrena Globosa présente une plus grande sensibilité au virus au stade préfloral; à température élevée cependant la maladie peut se généraliser dans la plante.

J. Ulbrich confirme les travaux précédents et signale la grande sensibilité de la variété de laitue "A couper d'Australie" qui réagit en formant de nombreuses lésions locales.

Parallèlement à nos essais d'inoculation mécanique nous avons essayé de déterminer les variétés de laitue ou de Gomphrena les plus sensibles au virus de la mosaïque.

1/ Réaction de la laitue à couper d'Australie.

Cette variété est très sensible et l'inoculation mécanique réussit dans une grande proportion même lorsque, dans les mêmes conditions, d'autres variétés restent réfractaires.

Huit à dix jours après l'inoculation les jeunes feuilles se crispent, le limbe présente une mosaïque nette et de nombreuses nécroses apparaissent. Ces nécroses sont très petites et rapprochées elles apparaissent aussi sur les plus jeunes feuilles bien que celles-ci n'aient pas été inoculées; la maladie, dans nos conditions de travail, est donc généralisée.

Nous pensons cependant étudier les réactions comparées de laitues de cette variété avec des solutions de concentration décroissante de virus. La taille réduite et la grande densité des taches sur les feuilles rendent les comptages et les comparaisons malaisées.

2/ Réaction du Gomphrena Globosa.

Nous avons tout d'abord essayé d'inoculer des Amarantoïdes, Gomphrena Globosa obtenus par semis de graines "en mélange de coloris", ces preniers essais ont été décevants. Nous avons ensuite fait des semis par coloris séparés; les Etablissements Tezier (Valence) nous ont fourni des graines de variété blanche, rose, pourpre et orange (aurea superba)/

La croissance de ces plantes est assez lente et elles ne se développent bien qu'en milieu sain sans humidité excessive.

La variété orange n'a pas été retenue pour ces essais, sa croissance étant lente et ses feuilles beaucoup plus étroites que les autres variétés.

Lorsque les premières ébauches de boutons floraux ont été visibles à l'aisselle des feuilles, les plantes ont été inoculées. La technique utilisée a été la même que celle décrite pour les laitues; cependant, les feuilles de Gomphrera étant difficilement mouillables et coriaces, le carborendum a été mélangé au jus infectieux au lieu d'être saupoudré au préalable sur les feuilles. Quatre à cinq feuilles bien développées ont été inoculées sur dix plantes de chacune des variétés étudiées.

Huit à dix jours après l'inoculation des taches arrondies de un millimètre de diamètre de couleur pourpre sont apparues sur toute la surface du limbe. Deux séries d'essai nous ont donné les résultats suivants.

Variété	Nombre de plantes		Nombre de feuilles	Nombre de lésion		
	Inoculées	Malades	Inoculées	Total	Moyenne	
					Plante	Feuille
Essai I						
Blanche	IO	9	4	260	28,8	7,2
Pourpre	9	9	4	23I	25,6	6,5
Rose	IO	9	6	I06	IO,6	I,7
Essai 2						
Blanche	IO	9	4	227	22,7	5,67
Pourpre	IO	IO	6	458	45,8	7,6
Rose	IO	4	4	II	I,I	0.27

Ces essais montrent l'importance du choix des variétés de Gomphrema Glorosa utilisées comme hôte hypersensible du virus de la mosaïque de la laitue. Les variétés blanches et pourpres réagissent beaucoup plus nettement.

Des essais restent à faire pour préciser la sensibilité des plantes à des doses variées de virus en vue de mettre au point un test de dosage biologique.

Bibliographie.

(1) Wilkinson R.E. Hirsh U Local lesion host: for the lattuce mosaïc virus - Phytopathologie 42 1952 page 678.

(1) Ullrich J Untersuchungen über Salatmosaïk Nachrichtenblatt des deutscher P flan zenschutz dienotes 1954 N° I2 Page I82 - (Braunschweig)

TRANSMISSION DE LA MOSAÏQUE DE LA LAITUE PAR LE PUCERON VERT DU PECHER

par Jean M A R R O U

Plusieurs études ont été consacrées au rôle du Myzus persicae Sulz dans la dissémination du virus de la mosaïque de la laitue (1) Nous avons utilisé cette aptitude du puceron pour contaminer des lots de laitues des variétés : Trocadéro, Reine de Mai, Romaine blonde maraichère, Merveille des quatre saisons, Blonde de Versailles, ACouper d'Australie.

- Technique - Le pouvoir contaminateur des pucerons est augmenté par un jeûn préalable. Les pucerons, prélevés dans une colonie élevée sur une feuille de choux, sont placés sur un buvard humide dans une boite de pétri. Après 24 heures, les insectes sont transportés au pinceau sur une jeune feuille de laitue présentant des symptômes nets de mosaïque. Bien que le temps nécessaire à l'acquisition du pouvoir infectieux soit bref (15 à 20 secondes (1)) Nous préférons laisser les pucerons 2 à 3 heures sur la feuille malade. Les insectes sont ensuite placés, à raison de 10 par plantule sur la plus jeune feuille . Un traitement aphicide, 12 heures après , permet de débarasser la plante des pucerons.

- Résultats - Six à dix jours plus tard, les plantes présentent des symptômes nets de mosaïque lorsque les plantes contaminées sont jeunes, stade 3 vraies feuilles et en pleine croissance.

Cette méthode nous a rendu de grands services avant la mise au point d'une technique efficace d'inoculation mécanique. Mais elle présente cependant l'inconvénient d'introduire dans les serres un puceron très ubiquiste et vecteur de nombreux virus.

Bibliographie (1) Sylvester Lettuce Mosaic viruses transmission by the Green peach aphid Phytopath. 45 p. 357.

E T U D E S sur le virus I du Concombre

par Didier S P I R E

INTRODUCTION -

En France, il n'existe qu'un petit nombre de maladies à virus sur le concombre. Les viroses du type "squash., mosaïc" sont jusqu'à présent inconnuesen Europe et les virus 3 et 4 du Concombre semblent être de peu d'importance en raison de la difficulté de leur dissémination.

Par contre, le virus 1 du concombre est très répandu et cela pour deux raisons essentielles. D'une part il possède un certain nombre d'insectes vecteurs capables de disséminer rapidement la maladie, d'autre part, la liste des plantes de toutes espèces susceptibles d'héberger le virus est fort longue. Plus de trois cent plantes ont été déjà trouvées atteintes de cette virose et ceci, aussi bien parmi les cultures maraîchères et florales que parmi les plantes sauvages.

Joint au fait que ces plantes servent de relai dans la dissémination du virus, il se trouve qu'un certain nombre d'entre elles sont vivaces, soit dans leur entier, soit sous formes de bulbes, tubercules ou boutures conservés en serre durant l'hiver . Ainsi la maladie se maintient pendant la mauvaise saison malgré l'absence de pucerons et reprend l'année suivante.

Si chaque plante cultivée attaquée par le virus 1 du concombre n'est pas d'une importance économique primordiale l'ensemble, qui groupe de nombreuses cultures maraichères offre un domaine très vaste (Melon, concombre, cornichon, courge , epinard , tomate, tabac, celeri, aubergine, culture florales) qui est resté jusqu'à présent ignoré en France.

Il importe donc d'abord de bien connaitre les symptômes du virus 1 du concombre sur les diverses plantes attaquées. Et ensuite il est nécessaire de savoir exactement à quel élément pathogène on doit se r rapporter. Il existe de nombreuses souches de virus. Vu l'extension de la mosaïque du concombre ces souches sont certainement assez diverses. Nous avons essayé de les différencier d'après les symptômes obtenus sur diverses plantes tout en faisant une étude plus approfondie de la maladie sur les cucurbitacées.

E T U D E S S Y M P T O M A T O L O G I Q U E S

LES SYMPTOMES SUR CUCURBITACEES -

Méthode -

Le virus de la mosaïque du concombre est transmissible par pucerons et par voie mécanique. C'est ce dernier mode que nous avons choisi pour infecter artificiellement les diverses plantes étudiées.

Un extrait de la plante, infecté est réalisé en broyant dans un mortier des feuilles après addition d'un poids égal d'une solution de bisulfite de sodium à 5 ‰.
Concombres et Cornichons sont inoculés à l'âge de six semaines (apparition de la sixième feuille). On frotte les deux feuilles cotylédonaires et la troisième feuille, après avoir saupoudré la plante d'un abrasif (carborandum) pour faciliter l'infection.

La plupart des inoculations ont été réalisées à partir de Nicotiana Glutinosa infectés. En effet, cette plante permet d'obtenir un pourcentage élevé de contamination et c'est aussi un végétal résistant qui présente donc un intérêt pour conserver le virus en serre. Le Concombre par contre possède dans ses feuilles un inhibiteur qui entrave la réussite de l'inoculation.

Epoque de l'Inoculation -

Nous avons constaté que l'infection des concombres en serre était lié au facteur saison de façon certaine.
Les concombres n'ont pas réagi jusqu'au mois de mars, et dès l'apparition du printemps, il y eut une augmentation croissante du pourcentage des plantes infectées allant jusqu'à 100 % à partir du mois d'Avril. Il est probable qu'interviennent ici le rôle de la lumière et surtout celui de la température.

Ceci confirme d'ailleurs les résultats publiés autrefois par Doolittle qui avait montré qu'un pourcentage important d'infection nécessitait une température de l'air allant de 18 à 30° et une température du sol de 27 à 30°.

Aspect et développement de la maladie sur concombres et cornichons.-

Les symptômes que l'on peut observer en serre sont souvent différents de ceux que l'on voit en plein champs. Les mosaïques sont moins tranchées, les flétrissements beaucoup moins fréquents. Le premier signe indiquant l'apparitionde l'infection se situe vers le sixième jour après l'inoculation. Il apparait sur les feuilles cotylédonaires de la plante des taches jaunes qui s'agrandissent ensuite et déterminent une chlorose

puis un déssèchement prématuré des cotylédons. Simultanément, la première vraie feuille jaunit sur les bords et se décolore légèrement par plaques.

Ce n'est que huit jours après ces derniers symptômes que commence à apparaitre, une véritable mosaïque sur les feuilles qui n'ont pas été inoculées. Cette mosaïque débute par un "Vein clearing" et apparait en premier lieu à la base de la feuille. Elle s'étend ensuite sur tout le limbe où l'on distingue alors les classiques plages claires et foncées.

Les symptômes en plein champs sont parfois différents de ce que l'on obtient en serre.

Nous avons réalisé l'infection de 700 plantes de 47 variétés différentes et étudié les divers symptômes que l'on pouvait rencontrer. S'il existe une certaine tolérance variétale (dont nous parlerons plus loin), il faut aussitôt ajouter qu'il n'existe aucune variété résistant totalement au virus 1 du concombre.

On peut constater que le temps d'incubation de la maladie depuis l'infection jusqu'à l'apparition des premiers symptômes est fonction de la tolérance de la plante à l'égard du virus.
Il faudra huit jours pour qu'apparaissent ces symptômes sur une plante normalement sensible, quinze jours sont souvent nécessaires pour déceler la maladie sur une variété tolérante.

Les premiers symptômes visibles se voient sur les feuilles inoculées. Celles-ci deviennent ternes, avec de grandes plaques jaune décolorées qui, en se réunissant donnent une chlorose sur tout le limbe.
C'est ensuite sur les jeunes feuilles que l'on perçoit la généralisation de la virose. le bouquet foliaire terminal prend une couleur maladive caractéristique vert teinté de brun-jaune.
Puis la maladie peut évoluer de deux façons différentes:
-Ou bien l'attaque est extrêmement violente et les jeunes feuilles flétrissent ainsi que la totalité de la plante qui jaunit et meurt. Ce phénomène que l'on rencontre aussi bien dans les variétés à cornichons que dans celles à concombres est certainement celui qui cause au départ les plus gros dégats.
- Ou bien il apparait sur ces toutes jeunes feuilles de petites taches chlorotiques, surtout au niveau du pétiole. Ces tâches, de l'ordre du millimètre sont limitées aux nervures et légèrement plus translucides que le reste de la feuille. Puis la mosaïque s'étend, les couleurs offrent des contrastes plus violents, le jaune chlorotique s'opposant au vert foncé. Les feuilles mosaïquées grandissent peu, elles sont boursouflées, cloquées et leur bord a tendance à s'enrouler.

Il arrive parfois, mais le cas est rare, qu'une plante mosaïquée présente ensuite un flétrissement mortel. En général, ou bien la plante flétrit dès le début, ou bien elle montre une mosaïque et survit alors, mais son aspect devient chétif. Un rabougrissement de toute la plante se dessine, dû au raccourcissement des entrenoeuds et au faible développement des feuilles.

Les fleurs de concombre sont sans symptômes; cependant elles restent petites et souvent sont improductives ce qui occasionne une baisse de rendement.

Sur fruits les symptômes sont très marqués, surtout en fin de saison. Le fruit est malformé, recroquevillé, avec des inégalités de croissance lui donnant des formes irrégulières. Il est mosaïqué avec des boursouflures vert foncé et des plages jaunes. Sur certaines variétés, on trouve parfois de petites taches brun jaune sans qu'il y ait déformation du fruit. Ces taches sont suivies peu après d'une mosaïque jaune donnant à son aspect maladif au concombre.

Résistance variétale du concombre et du cornichon -

Comme nous le disions plus haut, aucune variété n'est véritablement résistante au virus 1 du concombre. Cependant, on peut noter une tolérance plus ou moins grande qui se traduit de diverses façons.

1°/ une période d'incubation plus longue due à la difficulté d'installation du parasite.
2°/ beaucoup moins si ce n'est aucun flétrissement. Les mosaïques sont moins accentuées, le nanisme est plus rare. Le port de la plante est bon dans l'ensemble.
3°/ dans certain cas, régression de la maladie, La plante malade pert ses symptômes.

L'essai a porté sur 47 variétés différentes, certaines variétés provenant d'origine variées. Pour chaque variété et chaque origine, nous avons inoculé onze plantes à l'aide d'une même source de virus issue de Nicotiana glutinosa présentant de violentes déformations.

Chaque plante au stade deux vraies feuilles a été inoculée de la façon décrite plus haut. Les plantes, mises en pot de tourbe sont restées cinq jours en serre, puis ont été portées en champs.
Un champ témoin avec le même nombre de plante a été aménagé à 1 Km du champ infecté. Les premiers symptômes sont apparus dix jours après l'inoculation dans le champ infecté artificiellement. Le champs témoin n'a subi de dégâts qu'un mois plus tard (inoculation naturelle par pucerons vecteurs.

A la suite des travaux américains, nos efforts ont surtout porté sur le cornichon ou, sur les 24 variétés inoculées, nous avons introduit une dizaine de variétés possédant des gênes de résistance.
Les Américains avaient pris comme point de départ de leur résistance deux concombres orientaux "Tokyo long green et Chinese long" - Des croisements avec les variétés commerciales ont donné des cornichons plus ou moins résistants.

Si l'on compare certaines variétés américaines (ohio MR I7, Ohio MR 25 Golden State pickling, Yorkstate pickling... etc...) à nos variétés françaises (Fin de Meaux, Amélioré de Bourbonne, Télégraphe amélioré, Vert de Montlhéry, Vert Petit de Paris), on peut déjà, bien qu'il s'agisse d'un essai réduit, constater plusieurs résultats.

1°) - au premier contrôle, soit dix jours après l'infection, il y a plus de plantes encore saines dans les variétés "résistantes" américaines que dans les variétés françaises. Les mosaïques des plantes atteintes sont légères dans le cas des variétés américaines et il n'y a aucun flétrissement. Par contre les mosaïques sont déjà généralisées dans le cas des variétés françaises et les flétrissements se dessinent déjà.

CORNICHONS				CONCOMBRES			
VARIETES	% Plantes saines contrôle du 29 Mai	% Plantes saines contrôle du 10 Juin	% Plantes vivantes contrôle du 10 Juin	VARIETES	% Plantes saines contrôle du 29 Mai	% Plantes saines contrôle du 10 Juin	% Plantes vivantes contrôle du 10 Juin
Télégraphe amélioré	72	0	I8	Delicatesse	I8	0	90
Vert Petit de Paris	63	0	I8	Vert de Hollande	27	0	45
Vert de Montlhéry	36	0	I8	Niagara	54	36	90
Fin de Meaux	36	0	40	Palmetto	I8	4	I8
Amélioré de Bourbonne	I8	0	20	highmoor	0	0	5
Spiers	27	0	9	Wisconsin SRIO	I8	0	0
Resisto	27	0	0	Maine	9	0	36
Early Cluster	9	0	9	Puerto rico	54	9	72
Wisconsin SR I6	30	0	9	Wisconsin SMR I2-9	36	0	45
National Association pickling	36	0	I3	hybrid Superslicer	36	0	90
Palomar	50	0	I0	SMRI2 I2	63	0	90
Packer	63	0	I8	Santee	54	0	9
Early Russian	36	0	27	Hybrid Saladeer	36	27	I00
Snow's perfection	54	4	36	F_1 AH 7 0	0	0	27
Boston Pickling	36	9	45	Staight eight	27	0	27
Wisconsin SMR I2	I00	0	50	Harketer	4	0	45
Model Pickling	67	0	67	Ashley	0	0	70
Golden State Pickling	77	9	77	Concombre à forcer (Hansen))	0	0	30
Ohio MR 25	72	27	I00	Hybrid Cucumber F_1	36	I8	90
Burpee F2 Pickle	85	I8	8I	Burpeeana F. hybrid	54	9	72
Chicago Pickling	36	9	8I	Butcher's disease resister	I8	0	27
Yorkstate Pickling	8I	9	63	Lorraine	36	0	95
Ohio MR I7	72	20	I00	Concombre du Chesnay	9	0	45
Var. américaine sans nom précisé	90	27	I00				

inoculation faite le 19 Mai

2°) - Trois semaines après l'infection, seules certaines variétés américaines ont encore un certain pourcentage de plantes saines, ne dépassant pas toutefois 27 %.

3°) - Au bout de ces trois semaines, le nombre de plantes vivantes est nettement supérieur dans le cas des variétés tolérantes au nombre de plantes vivantes des autres variétés. Ce qui traduit que les symptômes de flétrissement sont nuls ou très peu accusés chez les variétés tolérantes.

En conclusion, nous dirons qu'il existe effectivement une certaine résistance, surtout au flétrissement, dans quelques variétés américaines.

De plus, comme le feuillage reste plus vigoureux et que le rabougrissement est peu important, ces variétés semblent donc intéressantes. Les fruits sont parfaitement adaptables au marché français. On pourrait envisager d'ailleurs des croisements ultérieurs avec les différentes variétés françaises. à grosse production.

Quant au concombre, les résultats sont moins probants et les expériences ont été moins poussées. Les différentes variétés françaises n'ont pas été essayées et il semble prématuré de tirer une conclusion.

On peut constater seulement une certaine tolérance au virus des hybrides F_1 et de quelques variétés, en particulier les variétés Niagara et Lorraine. La difficulté réside dans le fait que le maraicher réclame un concombre long, sans épine, du genre Rollisons'-Télégraph et que, jusqu'à présent aucun concombre de cette forme n'a été trouvé tolérant.

Aspect et développement de la maladie sur le melon : Cucumis melo L.

Le virus 1 du Concombre, attaque les diverses variétés de Melon, et peut être un facteur important de baisse de rendement et de moindre qualité du fruit.

Le melon est peu sensible au virus lorsque celui-ci est transmis par voie mécanique. On observe en serre un assez faible pourcentage d'inoculation réussies. Par contre, le mode naturel de transmission de la maladie, à savoir l'inoculation par pucerons est beaucoup plus efficace. La transmission par cuscute, quoique lente est aussi un moyen sûr pour inoculer la maladie.

Les premiers symptômes apparaissent sur les feuilles non inoculées sous la forme d'un éclaircissement des nervures deux semaines après le début de l'infection. Ils sont suivis peu après par une mosaïque jaune déclable surtout sur les jeunes feuilles. Celles-ci sont en même temps crispées et développent souvent des nécroses soit nervaires, soit sur le pourtour du limbe.

De temps en temps, on enregistre un flétrissement général de la plante que précède une chlorose des feuilles.

Dans les cultures, les symptômes de mosaïque sont fréquents. De temps à autre, un jaunissement de la plante se déclare ressemblant aux symptômes provoqués par la gommose.

Les fruits sont tachés et perdent ainsi de leur valeur. On voit des plages vert foncé de plusieurs centimètres de large, parfois légèrement en relief donnant au fruit un aspect déformé.

Aspect et développement de la maladie sur diverses cucurbitacées.

CUCURBITA PEPO L. - Les courges et courgettes sont sensibles au virus et si la maladie a été peu décrite sur cette espèce, elle n'en est pas moins violente pour cela.

Sur la courge commune "verte des maraichers", on observe une mosaïque typique commençant sur le bouquet foliaire terminal et provoquant ensuite un fort rabougrissement de la plante.

Sur la courge d'Italie ou coucourzelle, ces mêmes symptômes se surajoutent à une déformation foliaire importante. Les feuilles, d'abord très boursouflées sont ensuite très découpées.

Dans les deux cas, le rabougrissement considérable de la plante réduit le nombre de fleurs et nuit par là au développement des fruits. Ceux-ci, lorsqu'ils viennent à maturité, ne sont ni mosaïqués ni tachés mais parfois présentent des anomalies de croissance : (constriction faible allongement).

La citrouille de Touraine est également sensible au virus 1 du concombre. Cette courge coureuse montre une forte mosaïque avec un "vein banding" accentué sur les nervures principales. Le fruit reste petit, mais la plante n'est pas rabougrie dans son ensemble.

CUCURBITA MAXIMA DURCH. Le potiron est assez sensible au virus. Il donne une mosaïque typique sans rabougrissement ni déformation. Le fruit, cependant, se développe moins qu'à la normale et, sur les variétés à fruit rouge (potiron rouge d'Etampes) la surface du fruit est marqué de taches vert foncé.

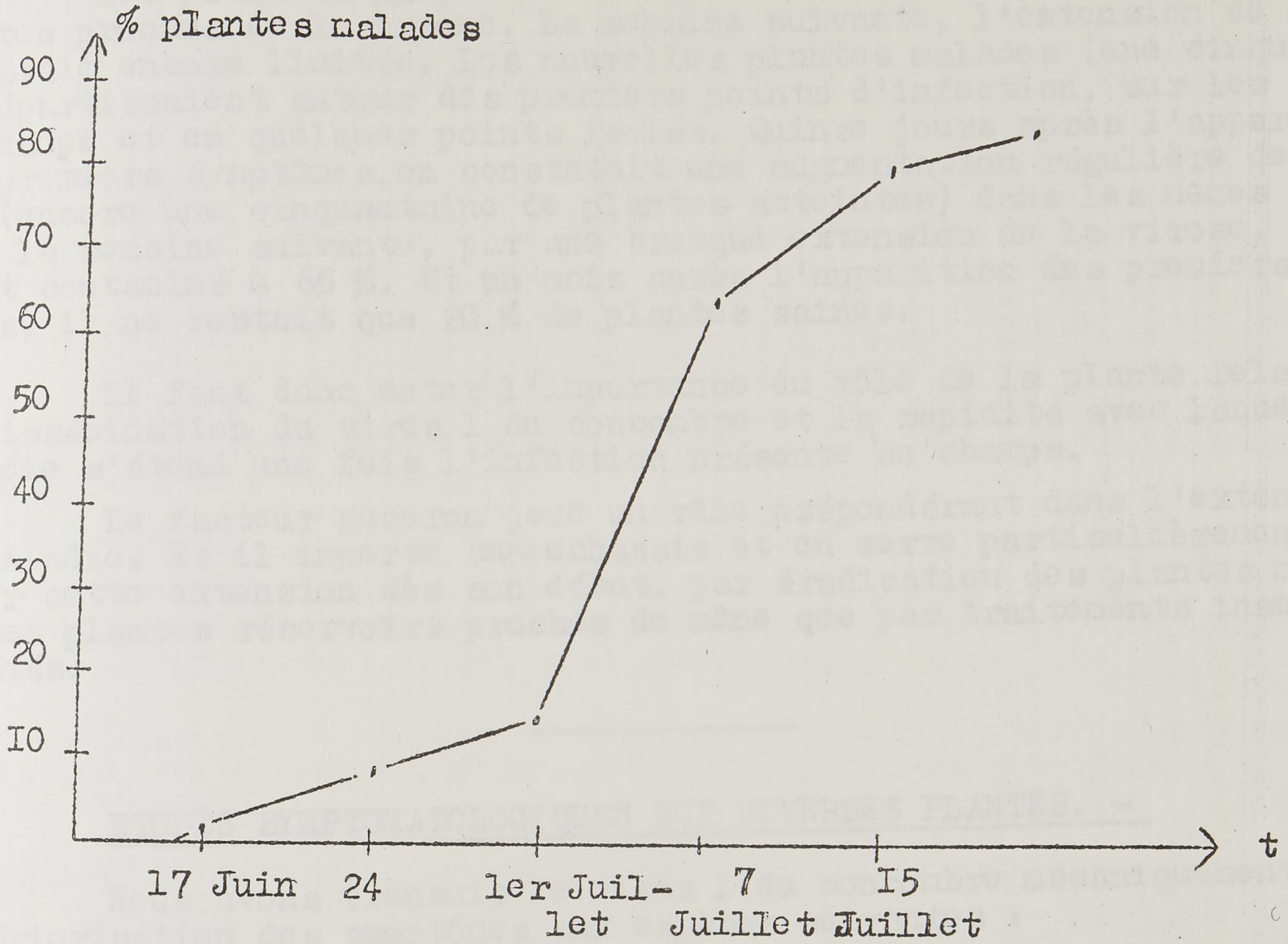
DISSEMINATION DE LA MALADIE DANS UN CHAMPS DE CONCOMBRES -

Nous avons noté les premières apparitions dans un champs et constaté que l'infection primaire était localisée dans un coin de la culture.

Or, dans une haie, à quelques mètres seulement de cette partie infectée du champs, se trouvait trois pieds de Bryonia dioïca (cucurbitacée sauvage) fortement mosaïqués avec un rabougrissement considérable des feuilles.

Cette plante commune a probablement servi de relai et de réservoir de la maladie. Vivace, elle a permis au printemps la réalimentation des pucerons en élément pathogène et grandement contribué à l'extension de la virose.

Puis la propagation de la maladie a été suivie régulièrement dans les champs.



Pourcentage de concombres infectés
en fonction du temps.

Les premiers symptômes se répartissaient en deux taches sur neuf plantes proches de la bryone. La semaine suivante, l'extension de la maladie était encore limitée. Les nouvelles plantes malades (une cinquantaine) se répartissaient autour des premiers points d'infection, sur les bordures du champs et en quelques points isolés. Quinze jours après l'apparition des premiers symptômes, on constatait une augmentation régulière de la maladie (encore une cinquantaine de plantes atteintes) dans les mêmes zones. Puis la semaine suivante, par une brusque extension de la virose, le champs était contaminé à 65 %. Et un mois après l'apparition des premiers symptômes, il ne restait que 20 % de plantes saines.

Il faut donc noter l'importance du rôle de la plante relai dans la dissémination du virus 1 du concombre et la rapidité avec laquelle la maladie s'étend une fois l'infection présente au champs.

Le facteur puceron joue un rôle prépondérant dans l'extension de la maladie. Et il importe (souschassis et en serre particulièrement) d'enrayer cette extension dès son début, par éradication des plantes malades et des plantes réservoirs proches de même que par traitements insecticides répétés.

ETUDES SYMPTOMATOLOGIQUES SUR DIVERSES PLANTES. -

Nous avons transmis le virus 1 du concombre mécaniquement avec extériorisation des symptômes aux espèces suivantes :

Vigna sinensis, Datura stramonium, Zinnia Elegans, Petunia hybrida, Spinacia Oleracea, Nasturtium officinale, Capsicum annuum, Anthirrinum Majus.

Ne réagissent pas au virus : Chenopodium album, Chenopodium murale, Chenopodium hybridum, Solanum demissum.

Par ailleurs, en vue de distinguer différentes souches du virus 1 du concombre présentes dans différentes infections, nous avons inoculées les Nicotianées suivantes :
Nicotiana Glutinosa, Nicotiana rustica, Nicotiana Glauca, Nicotiana Sylvestris, Nicotiana Langsdorfir, Nicotiana tabacum (var. Samsoun, Whiteburley, Paraguay).

VIGNA SINENSIS, var. BLACK . - Cette plante réagit par des lésions locales rouges sur les feuilles cotyledonaires une semaine après l'infection. Ces lésions de 2 à 3 mm de diamètres sont caractéristiques de la virose, mais ne permettent pas d'études quantitatives avec les souches française à cause de leur petit nombre.

DATURA STRAMONIUM - Le datura réagit quinze jours environ après l'inoculation. On peut voir sur les feuilles inoculées des plages circulaires légèrement chlorotiques, ce symptôme ne s'extériorisant que dans certaines conditions de température et de lumière. Puis, une semaine plus tard, apparait une mosaïque plane. Dans certaines conditions seulement et sur

une souche particulière issue de concombre nous avons pu remarquer une élongation de la feuille qui devient filiforme à son extrémité et très déformée dans son ensemble.

ZINNIA ELEGANS - Le zinnia réagit par une mosaïque plane généralisée avec des plages vert foncées très tranchées sur le fond clair de la feuille.

PETUNIA HYBRIDA - On perçoit les premiers signes d'infection dix jours après l'inoculation. Les feuilles terminales montrent un éclaircissement des nervures suivi peu après par une mosaïque qui se généralise et peut devenir déformante. Ces feuilles ont également tendance à s'enrouler vers l'intérieur.

SPINACIA OLERACEA - La maladie sur épinard est appelée "spinach blight" par les anglo saxons. Il se développe une mosaïque jaune, violente avec rabougrissement de toute la plante, enroulement des feuilles et finalement mort par flétrissement et chlorose généralisée.

Cependant, certaines souches du virus, faibles quant à la virulence ne donnent qu'une mosaïque légèrement déformante, sans enroulement ni chlorose, ni nanisme.

NASTURTIUM OFFICINALE - le cresson inoculé réagit par une mosaïque jaune généralisée.

CAPSICUM ANNUUM - trois semaines après l'inoculation, il apparait une mosaïque d'abord diffuse puis s'accroissant en même temps qu'on observe un rabougrissement notable des nouvelles feuilles et une inhibition de la croissance de la plante.

ANTHIRRINUM MAJUS - il apparait sur le muflier, quinze jours après l'infection une mosaïque jaune diffuse sur les feuilles qu'accompagnent des déformations foliaires et un enroulement. En même temps les entrenoeuds de la plante se raccourcissent.

CONCLUSION. -

La Mosaïque du concombre est donc très répandue dans notre pays et l'on ne peut envisager actuellement une guérison des plantes malades par sélection comme dans le cas des virus de la pomme de terre ou par thermothérapie comme dans le cas des virus du fraisier.
Trop de plantes d'espèces différentes sont atteintes.
Lorsque l'espèce attaquée présente un stade végétatif important (tubercules, bulbes, etc...) on pourra peut-être par la suite envisager une certaine sélection ou des traitements anti-virus. Mais lorsqu'il s'agit d'une plante herbacée annuelle telle que le concombre, seules des méthodes culturales meilleures et un choix de variétés adaptéespourront préserver en partie les récoltes.

E T U D E de différentes souches du virus 1 du Concombre

par Didier S P I R E

Etant donné le spectre d'hôte étendu du virus et sa grande fréquence, l'existence de diverses souches de ce virus paraissaient probables. Nous avons réuni et comparé des souches présumées différentes issues de plantes variées, toutes ses plantes étaient infectées par un virus ayant une gamme d'hôte très voisine avec des symptômes voisins.
Toutes les souches ont été testées dans des conditions identiques de lumière et de température et ont donné des symptômes identiques sur le concombre.

Pour parvenir à différencier les souches présumées, nous avons utilisé deux tests :

1/ le pourcentage de réussites d'inoculations sur le concombre.

2/ la variabilité des symptômes sur certaines nicotianées.. à savoir :

Nicotiana Glutinosa, Nicotiana rustica, Nicotiana sylvestris, Nicotiana glauca, Nicotiana Langsdorfii, Nicotiana tabacum.

Nos souches, issus de diverses plantes étaient les suivantes.

souche 1 - issue de tabac présentant une mosaïque et des déformations foliaires.
" 2 - issue de concombre mosaïqué
" 3 - issue de chrysanthème porteur d'une mosaïque jaune diffuse.
" 4 - issue de céleri atteint de chlorose, avec des taches jaunes vifs.
" 5 - issue de Mercurialis annua présentant une mosaïque.
" 6 - d'épinard chlorosés
" 7 - d'épinard atteint d'un fort "blight"
" 8 - d'épinard présentant des symptômes atténuées de "blight"
" 9 - de Bégonia mosaïqué.

Sur concombre, les résultats furent les suivants.

Les inoculations à partir des souches 1, 4, 5, 7, ont donné 100 % de réussite d'infection, la maladie se développant de la façon décrite plus haut, avec lésions sur cotylédons et mosaïque sur les feuilles.

L'inoculation à partir de la souche 2 a donné une réussite totale quant aux symptômes sur feuilles cotylédonaires, mais seulement 40 % de succès pour la mosaïque foliaire.

Les inoculations à partir des souches 3, 6, 8 et 9 n'ont pas donné de taches jaunes sur feuilles cotylédonaires. 40% des plantes étaient par la suite mosaïqués, mais les premiers symptômes sur feuilles étaient particuliers. On pouvait voir des taches jaunes vif le long des nervures principales vers le pétiole et une sorte de résistance à l'infection généralisée pendant une dizaine de jours, puis la maladie prenait le dessus et la mosaïque s'installait.

On observe déjà deux sortes de souches différentes : les souches virulentes 1, 4, 5, 7; les souches atténuées 2, 3, 6, 8 et 9.

Les symptômes sur les divers Nicotiana, à l'exception de Nicotiana tabacum ont permis de différencier mieux encore les souches présentes.

Le tabac en effet a réagi d'une façon uniforme avec les différentes souches, donnant une mosaïque généralisée avec par endroit déformation des feuilles et enroulement des bords du limbe. Seule la souche 3, tout à fait particulière et qui peut-être rattachée à la souche Chr. du virus I du concombre de Noordman, a montré, en plus d'une mosaïque extrêmement déformante, des proliférations (enations) à la face inférieure du limbe.

Sur Nicotiana Glutinosa, les symptômes sont de trois sortes :

Le plus fréquent (souches 1, 4, 7, 8, 9) est une mosaïque très prononcée avec violente déformation des feuilles non inoculées, allant jusqu'à les rendre complètement filiformes. La lumière joue un rôle important sur l'extériorisation de ces symptômes.
Certaines souches cependant ne donnent aucune déformation (souches 2,5,6) Les feuilles sont seulement mosaïquées, avec un aspect luisant du limbe.
Enfin, la souche 3 déforme très fortement les feuilles. Parfois même, la nervure centrale se détache et il se reforme en son extrémité une seconde petite feuille. mais ce qui caractérise le plus cette souche, ce sont les enations, fort nombreuses à la face inférieure des feuilles.

Sur Nicotiana Glauca, les souches 1, 4, 7 donnent une forte mosaïque suivie de déformation et d'amincissement filiforme de la feuille.
La souche 3 donne une mosaïque simple, non déformante
Les souches 2, 5, 6, 8 et 9 sont sans action.

Les symptômes sur Nicotiana sylvestris sont très caractéristiques, la feuille developpe un "Vein banding" très prononcé avec les souches 1, 4, 5, 7 - aucun symptôme ne s'est prononcé avec les autres souches.

Sur Nicotiana rustica, trois sortes de symptômes se sont développés.
Les souches 1, 4, 7, 9 ont donné une mosaïque suivie d'un enroulement de la feuille, puis de malformations et d'effilement.
Par contre, les souches 2 et 6 n'ont fourni qu'une très légère mosaïque.
Les souches 8 et 5 n'ont donné aucun symptôme.
La souche 3 a présenté de fortes énations sur la face inférieure des feuilles, celles-ci se déformant très violemment, Lorsque les enations cessaient de se former, on pouvait constater à leur place une nécrose au sommet de la p plante.

Sur Nicotiana Langsdorfii deux sortes de symptômes se sont développés.
Avec les souches 1, 4, 5, 7, les plantes ont présenté une mosaïque assez forte, suivie de déformation et de boursouflures caractéristiques.
La souche six a donné une mosaïque très atténuée et des nécroses foliaires.
Les souches 2, 3, 8 et 9 sont restées sans effet.

Un tableau résume les différents symptômes
Des différences symptomatiques que l'on voit sur ces nicotianees et du pourcentage d'infection sur concombre, on peut tirer une classification qui nous amène à cinq types de souches.

Le type I ou type mosaïque forte, très virulent, groupe diverses origines de virus (tabac, céleri, épinard). C'est une souche très active sur le concombre et particulièrement déformante sur les nicotiana; de plus son action sur Nicotiana Sylvestris est remarquable.

Le type II ou type mercuriale, se rapproche du précédent, mais à peu de virulence à l'égard de la plupart des nicotiana, exception faite de Nicotiana Langsdorffii et sylvestris.

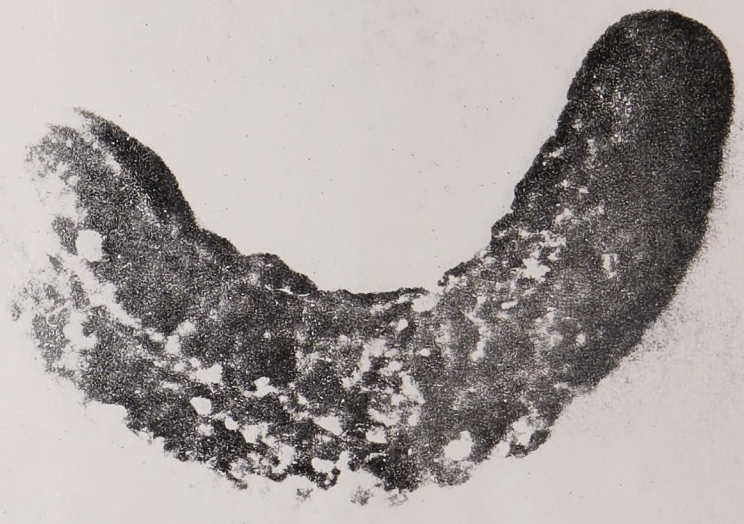
Le type III ou type intermédiaire, est un mélange des types précédents et de ceux, plus atténués, qui suivent.

Le type IV ou type mosaïque atténuée, particulièrement peu virulent, n'infecte qu'un pourcentage faible de concombre et ne donne au plus que des mosaïques simples sur les Nicotiana.

Enfin, le type V ou type énation, que nous avons rattaché à la souche Chr. de Noordman se caractérise par des énations sur Nicotiana tabacum , Nicotiana Glutinosa et Nicotiana rustica.

Conclusion -

Les symptômes sur les diverses nicotianées montrent donc l'existence de plusieurs souches de virus 1 du concombre, De nouveaux tests en feront encore apparaitre de nouvelles; S'il est possible qu'il se crée, par adaptation ou sélection, des souches nouvelles sur de nouveaux hôtes, vu la multiplicité des plantes sensibles à ce virus, nous trouverons certainement encore de nouveaux variants. Il est important de savoir devant quel élément on se trouve pour pouvoir lutter efficacement. Le rôle des symptômes est ici fondamental en l'absence actuelle de sérum suffisamment sélectif ou de toute autre méthode permettant de faire des comparaisons valables. C'est lorsque ce virus sera mieux connu que l'on pourra essayer de créer une méthode de lutte satisfaisante.



1.

2.

3.

4.

5.

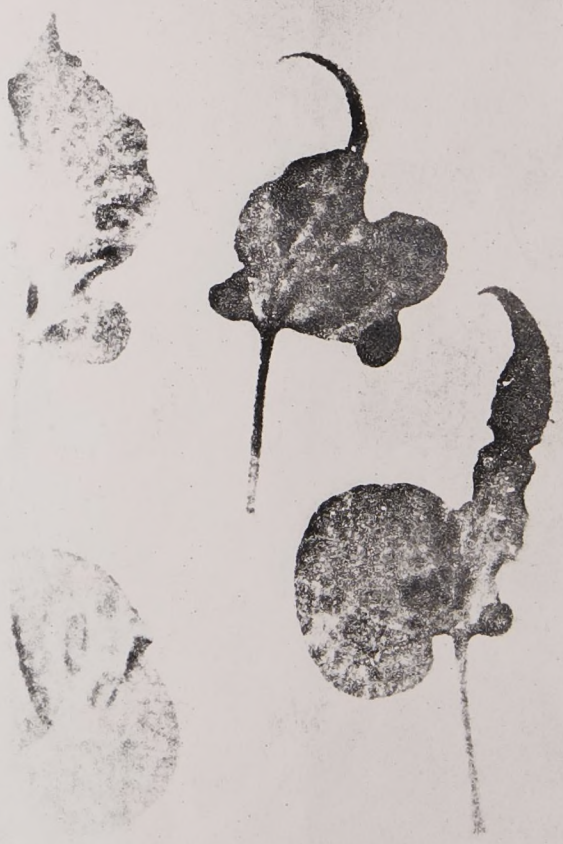
6.

7.

8.

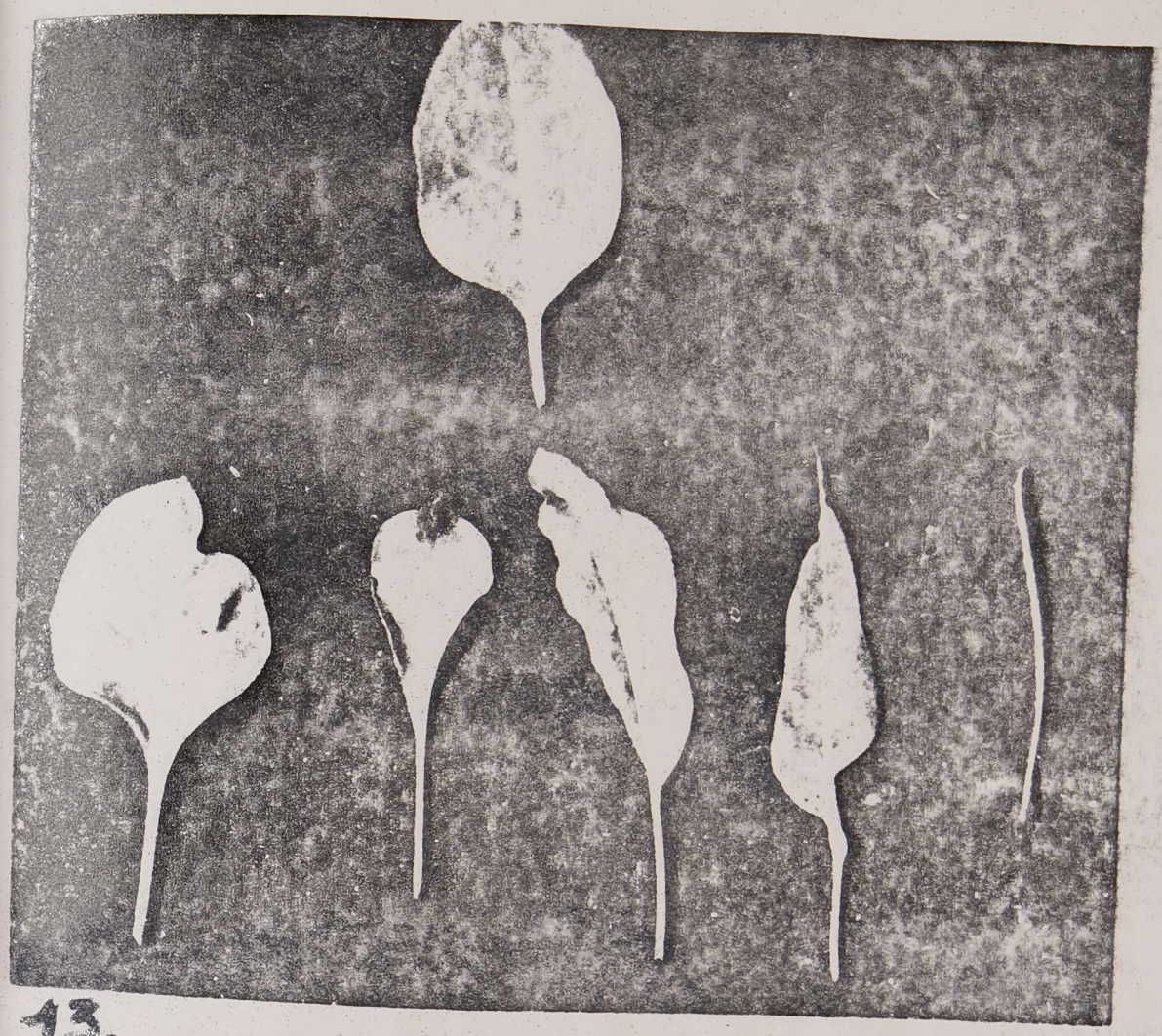
9.

10.



11.

12.



13.

14.

15.

16.